



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

PROYECTO FINAL DE GRADO

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

Resumen

El objetivo de este proyecto es aumentar el confort y la sostenibilidad de una vivienda mediante una instalación de control domótico.

Para ello se podrán controlar diferentes procesos como la climatización, la gestión hídrica y el riego para una adecuada gestión de la energía.

Para cada uno de estos procesos, el control debe gestionar la adquisición de datos mediante sensores, la puesta en marcha de actuadores para regular el consumo y confort, junto con un visualizado de los estados en un entorno gráfico a tiempo real.

Para ello, se harán uso de sensores repartidos por todo el domicilio, un protocolo de comunicaciones, un PLC virtual para el tratamiento de la señal y posible accionamiento de actuadores.

El proyecto abarcará la elección de los diferentes sensores y actuadores, el desarrollo del código empleado en el PLC virtual, además del diseño del escenario anterior en un entorno gráfico.

Abstract

The objective of this project is to increase the comfort and sustainability of a home through automation control installation.

For this reason, different processes such as air conditioning, water management and irrigation can be controlled for proper energy management.

For each of these processes, the control must manage the acquisition of data through sensors, the actuation of actuators to regulate consumption and comfort and also, the visualization of the states in a graphical environment in real time.

To implement the project, it will use sensors distributed throughout the home, a communications protocol, a virtual PLC for signal processing and the possibility of actuators.

The project will cover the choice of the different sensors and actuators, the development of the code used in the virtual PLC, as well as the design of the previous setting in a graphical environment.

Contenidos

Documento I.	MEMORIA	1
Documento II.	PLANOS	32
Documento III.	PLIEGO DE CONDICIONES	36
Documento IV.	PRESUPUESTO	40
Documento V.	ANEXO I. MANUAL DEL PROGRAMA	46



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

DOCUMENTO I: MEMORIA

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

1.	Introducción	3
2.	Objeto.....	3
3.	Justificación y motivación	4
4.	Estudio de necesidades: Sistemas.....	7
4.1.	Sistema de Confort y Clima	7
4.1.1.	Corrientes de ventilación	7
4.1.2.	Monitorización de persianas	7
4.1.3.	HVAC.....	7
5.2.	Gestión hídrica	9
5.3.	Sistema de Riego	11
5.	Planteamiento de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada.....	12
5.1.	Dispositivo Controlador. PLC.....	13
5.2.	Receptor de señal. Microprocesador/Microcontrolador	15
5.3.	Protocolo de comunicaciones	18
5.4.	Sistema de Confort y Clima	18
5.4.1.	Sonda de temperatura	19
5.4.2.	HVAC.....	21
5.4.3.	Monitorización Compuertas.....	22
5.4.4.	Monitorización de persianas	23
5.5.	Gestión hídrica	24
5.5.1.	Sensor de nivel de depósitos.....	24
5.5.2.	Electroválvula circulación depósitos	25
5.5.3.	Electrobomba depósito Aguas Grises y Pluviales.....	26
5.6.	Sistema de Riego	27
5.6.1.	Electroválvula riego	27
6.	Descripción detallada de la solución adoptada	27
6.1.	Funcionalidad del programa de <i>CODESYS</i>	28
6.1.1.	Introducción al programa.....	28
6.1.2.	Programación de <i>CODESYS</i>	28
6.2.	Funcionalidad de la visualización.	29
7.	Bibliografía	31

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Imágenes de Solar Decathlon Europe y Azalea UPV	5
Figura 2. Diagrama de circulación del Ciclo del Agua	10
Figura 3. Diagrama de funcionamiento del Sistema de Riego	11
Figura 4. Ilustración de los tipos de contadores de un PLC.	12
Figura 5. Diagrama de bloques del Sistema de Control	12
Figura 6. Imagen PLC virtual de CODESYS.	13
Figura 7. Imagen del PLC de Scheneider TM241CE40R	14
Figura 8. Imagen de la Raspberry Pi 4.	15
Figura 9. Imagen del Arduino UNO Rev03.	16
Figura 10. Imagen de la Beagle Bone Black	16
Figura 11. Sonda de temperatura PT100	19
Figura 12. Sonda de temperatura DS18B20.	19
Figura 13. Sonda NTC Thermistor.	20
Figura 14. Imagen de la placa Sensirion SCD30	20
Figura 15. Imagen de HVAC Compact S de NILAN.	21
Figura 16. Imagen HVAC. Fancoil a 2 tubos FCES-2T	21
Figura 17. Imagen de Cilindro neumático. CDJ2D16-125B.	22
Figura 18. Actuador lineal JSPAM184.	22
Figura 19. Imagen de motor tubular. DIMOEL Shut.	23
Figura 20. Imagen de sensor de nivel ultrasónico sin contacto. FMU30-AAHEAAGGF	24
Figura 21. Imagen de sensor de nivel por capacitancia. Pointek CLS100.	24
Figura 22. Imagen de interruptores de flotador. RS PRO 312-7164.	25
Figura 23. Imagen de la válvula de solenoide RS PRO.	25
Figura 24. Imagen de válvula V4043H1080.	26
Figura 25. Imagen de bomba RS MG500-Sub-24 V	26
Figura 26. Imagen de bomba de 12V de RS 702-6876	26
Figura 27. Entorno de visualización del Sistema de Riego	29
Figura 28. Entorno de visualización de la Gestión Hídrica	30
Figura 29. Entorno de visualización del Sistema de Confort y Clima.	30

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Características de los receptores de señal. Microprocesadores/microcontroladores.	17
Tabla 2. Solución adoptada. Modelos seleccionados para los componentes de cada sistema.	27

1. Introducción

A lo largo de las últimas décadas el mundo ha incrementado la manera de interactuar con el entorno mediante tecnologías. Alcanzando así el crecimiento y desarrollo de nuevos dispositivos que logran conseguir infinitas posibilidades.

De manera dual, en la vivienda al igual que en el resto de ámbitos se han alcanzado nuevos horizontes tecnológicos, donde cada vez más se requieren diferentes prácticas para reducir el consumo con el fin de disminuir económicamente el precio de las facturas, aumentando de esta manera la despreocupación y comodidad del residente.

En la actualidad, los hogares pasan de ser simples refugios estáticos o pasivos, a tener red eléctrica, estructuras informáticas y climatización que favorecen al aumento del bienestar. Además, la mayoría de las viviendas cuenta con acceso a la red, sistemas de televisión, electrodomésticos, iluminación... que funcionan de forma independiente. Con la problemática de que se encuentran repletas de información que necesita ser procesada para su posterior tratamiento y mejora del servicio.

Para reunir toda esta información de forma eficaz surge la domótica, la cual se define como *“el conjunto de sistemas y tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite la gestión eficiente de la energía usada, que aporta seguridad y confort, además de permitir al usuario estar comunicado y ser consciente de lo que está sucediendo en el sistema”*. [1]

Para que la domótica pueda llevarse a cabo son necesarios los dispositivos de control, comunicación, actuadores y adquisición de datos. Adicionalmente, el proceso puede ser visualizado en un entorno gráfico con la finalidad de facilitar la gestión del usuario.

2. Objeto

Se redacta el presente proyecto con el objetivo de diseñar el control y supervisión de una vivienda que a posteriori se implementará durante la competición *Solar Decathlon Europe 21/22*, de ahora en adelante SDE 21/22, desarrollada durante el verano de 2022 en Wuppertal, Alemania. Por este motivo, se sigue la línea de enfoque práctico debido a su futura aplicación en una vivienda existente.

En él se incluirá la totalidad del detalle de hardware y software necesaria para el correcto funcionamiento del control de los procesos de climatización, gestión hídrica y el riego de la vivienda que será desarrollada en SDE 21/22 por Azalea UPV.

El alcance del proyecto acogerá la elección de componentes del sistema, el diseño y estructura del mismo, la programación del PLC y el diseño de una interfaz para el proceso.

Quedan excluidos de esta forma, todas aquellas partes del proyecto que respectan al suministro de energía; red eléctrica y cálculos eléctricos, el diseño de tuberías de circulación de aguas, diseño arquitectónico de la vivienda, además, de la programación del microcontrolador y el conexionado del sistema completo.

3. Justificación y motivación

La idea de este proyecto surge a partir de diferentes enfoques originados durante los cuatro años del grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática en la Universidad Politécnica de Valencia que nacen de las asignaturas Automática Industrial y Tecnología Medioambiental, además de la inclusión en el grupo de Generación Espontánea, Azalea UPV. Estos enfoques se encuentran en la línea de aprendizaje de Automatización y Control a nivel domótico que a continuación se justifican y desarrollan.

3.1. Solar Decathlon Europe 21/22 (SDE 21/22)

La principal motivación de este proyecto es el concurso *Solar Decathlon Europe* que consiste en una competición universitaria internacional que promueve la investigación y el desarrollo de viviendas sostenibles y eficientes donde dieciocho equipos de once países diferentes compiten por obtener la mayor puntuación en las 10 diferentes disciplinas, a partir de ahora denominadas *Contest*.

La puntuación obtenida se divide en el *Design Challenge*, donde se evalúa el proceso de diseño y el *Building Challenge*, donde se evalúa la construcción y puesta en marcha durante el concurso en el Solar Campus en Wuppertal.

El equipo de alumnos y recién titulados que representa a la Universitat Politècnica de València en la competición es Azalea UPV. Que pertenece a la plataforma de creación de proyectos transversales, Generación Espontánea.

El diseño arquitectónico de esta edición está enfocado en una vivienda en el barrio valenciano El Cabanyal, con el nombre de *Escalà*. Esta solución es posible debido a la parcelación característica del barrio, una trama urbana que su origen se remonta 500 años atrás y que nace de las antiguas barracas que daban forma al Cabanyal. En estas se respetaba la *Escalà*, una distancia para la conservación de las cubiertas de las barracas y que marca la evolución del barrio. En cuanto al diseño y la organización interior se estudia como una perspectiva social. La organización alrededor de un núcleo central y el desarrollo de un área polivalente, facilitan la flexibilidad y adaptabilidad de la vivienda a las necesidades de sus habitantes. El espacio promueve la igualdad y equidad habitacional, prestando especial atención a la relación de la vivienda con el espacio urbano. Además, pretende integrar la energía limpia, la reutilización de recursos como el agua y las medidas pasivas para la reducción de la demanda energética.

El camino seguido para la realización de este gran proyecto se lleva a cabo a través de más de 45 estudiantes y recién graduados que provienen de hasta 16 titulaciones diferentes con el objetivo de revolucionar la forma de vivir. Para organizar esta compleja tarea se dividen en diferentes equipos que diseñan y gestionan los diferentes ámbitos y *Contest*. Estos equipos son Arquitectura, Administración, Gestión, Comunicación, Control, Eléctricas, Fluidos y Energías.

En este proyecto de final de grado se contempla únicamente la gestión y diseño de aguas abajo del PLC, el PLC y la visualización de este proceso en el entorno gráfico. De todo ese sistema se encarga el equipo de Control.

Los *Contest* a los cuáles el equipo de Control de Azalea UPV participa durante el concurso se muestran a continuación:

- **Contest 7. Comfort.**

Este *Contest* evalúa el confort interior de la vivienda sin el uso de sistemas activos de refrigeración o calefacción durante la puesta en marcha. Para este propósito se mide la temperatura, humedad, aislamiento acústico y calidad del aire.

- **Contest 8. House functioning.**

Se evalúa el funcionamiento y la eficiencia de los sistemas escogidos. Durante este *Contest*, se deben desarrollar soluciones innovadoras para el mejor rendimiento de los electrodomésticos. En él, es de gran importancia el consumo total de energía.

- **Contest 10. Innovation.**

Este *Contest* está íntimamente relacionado con el resto, esto es debido a que se valora el grado de innovación de los diseños de la vivienda, ya sean arquitectónicos, de ingeniería, sostenibilidad, asequibilidad, viabilidad y movilidad urbana.



Figura 1. Imágenes de Solar Decathlon Europe y Azalea UPV

3.2. Cambio Climático. Tendencia al cambio hacia la sostenibilidad.

El cambio climático es un problema a nivel global que afecta a todas las especies del planeta. El ser humano en su evolución y particularmente a partir de la Revolución Industrial ha generado importantes impactos ambientales en el planeta debido a su actividad.

Más de 7400 Millones de habitantes necesitan importantes recursos y generan gran cantidad de deshechos, además, el incremento de la población mundial, la creciente necesidad de recursos y los combustibles fósiles suponen ser los detonantes de la situación actual. Estos impactos afectan al medio físico, a los ecosistemas y en esencia también al ser humano.

Pero gracias a la toma de conciencia sobre estos problemas se ha provocado una concienciación y tendencia al cambio hacia la sostenibilidad.

Centrándose en la necesidad de cambio a raíz de este proyecto, se plantean como problemas a solucionar en primer lugar, la sobreexplotación de recursos hídricos deriva en la disminución de la reserva de recursos naturales, es decir; consumo irracional de agua, disminución de la calidad del agua dulce y el uso de fuentes alternativas de agua.

Por otra parte, el incremento de la población mundial antes remarcado tiene como consecuencia directa el crecimiento de las ciudades junto con su edificación.

Con este proyecto se pretende reducir el consumo energético de las viviendas, con el fin de reducir el impacto y las emisiones mediante el uso de domótica en hogares junto con energías limpias. Normalmente, cuando se interactúa con la reducción del consumo, se tiende a llevar por el camino del consumo eléctrico, sin embargo, también es posible enfocarlo en el ámbito de la reducción del consumo de agua.

- **Tratamiento y reciclado de aguas grises y pluviales**

Las aguas grises son aguas que provienen de la cocina, cuarto de baño, el lavabo, el fregadero, etc. Se trata de aguas que de primeras pueden resultar inservibles, pero que, si se reutilizan, se consigue disminuir el gasto de agua potable y reducir el vertido de aguas residuales. Concretamente, *“el tratamiento y reciclado de aguas grises y pluviales supone un ahorro de entre un 30% y un 45% de agua potable”*. [2]

La solución para que se lleve a cabo una disminución del consumo consiste en depurar las aguas grises provenientes de la higiene personal (duchas y lavabos), puesto que no han sido plenamente contaminadas con químicos, para reutilizarlas en aplicaciones donde no es necesaria el agua potable (inodoros, limpieza, riego...)

Para ello, se implantan instalaciones que constan de unas tuberías independientes por donde circulan las aguas grises hasta llegar a unos depósitos, donde se lleva a cabo un tratamiento de depuración. Gracias a la depuración, el agua se puede reutilizar.

El equipo de reutilización de aguas grises se instala en los sótanos, sala de máquinas o la buhardilla, con los correspondientes bidones que recolectarán y tratarán las aguas. También se instalan las tuberías que se precisen para recolectar el agua de la ducha y del lavabo, y que conducirán el agua a tratar; y, por otro lado, las tuberías que llevan el agua tratada hacia las cisternas del WC o hacia una boca de riego.

3.3. Automatización y control. Domótica.

“La automatización y control industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorizar un proceso, máquina o dispositivo que suele cumplir funciones o tareas que son repetitivas, haciendo que opere automáticamente” [3]. El proceso de controlar y automatizar un sistema se está convirtiendo en un suceso bastante común a nivel industrial por todas las facilidades y ventajas que aporta como lo son la seguridad de los trabajadores, la certeza de lo que está sucediendo en cada momento, y el aumento de la producción.

Este proceso que comenzó siendo industrial se trasladó posteriormente al entorno del hogar surgiendo así la domótica y nuevas posibilidades tecnológicas. De esta manera se justifica la elección de este tema debido a la inmersión en las asignaturas relacionadas con el control y automatización durante el grado.

4. Estudio de necesidades: Sistemas.

Este proyecto abarca diversas técnicas a tener en cuenta, estas funcionan de manera dual, donde un proceso apoya al que le procede, pero no forma parte directa del mismo. Se procede a dividir en sistemas para facilitar la comprensión y el alcance de cada uno de ellos.

4.1. Sistema de Confort y Clima

El Sistema de Confort y Clima pretende conocer y actuar sobre las variables ambientales para obtener un entorno agradable en el hogar. Para ello se usarán medidores temperatura repartidos por toda la vivienda con los que se pretende conocer las condiciones internas e inferir en sus valores mediante modificaciones en los actuadores, en este caso, mediante los procesos de corrientes de ventilación, monitorización persianas y HVAC. Para finalmente mostrar todo este escenario en un entorno gráfico.

4.1.1. Corrientes de ventilación

Las corrientes se generan a partir de la apertura y cierre de compuertas mediante cilindros neumáticos con el fin de crear una ventilación cruzada que permita refrescar la vivienda y a su vez la renovación continuada de aire. Estas se establecen en el este y el oeste para aumentar de esa manera su flujo por la disposición y orientación de la vivienda.

Las corrientes de ventilación son un sistema pasivo, puesto que no utilizan elementos electromecánicos tales como bombas recirculadoras, ventiladores, etc.

4.1.2. Monitorización de persianas

Se usan persianas con lamas de acero inoxidable colocadas en el exterior de la ventana, se necesita de una monitorización de estas porque se trata de un material pesado.

Este sistema se emplea para refrescar la vivienda, mediante un motor situado en la cristalera principal, la cual se encuentra orientada de manera óptima para el máximo aprovechamiento de la luz. Cuando la temperatura es elevada, el motor se acciona para establecer las lamas en un ángulo en el cual todavía penetra luz, pero no se filtran totalmente los rayos incidentes al interior que provocan calor. Se trata de otro elemento pasivo.

4.1.3. HVAC

El sistema HVAC se emplea para *“crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza de aire correctas”* [4]. Las siglas HVAC provienen de la expresión en inglés de *Heating, Ventilating and Air Conditioning*, las cuales significan Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado, lo que comúnmente también es denominado Climatización.

Se trata de un sistema activo. A pesar de intentar reducir al máximo los sistemas activos, pueden surgir escenarios donde los sistemas pasivos no sean suficientes para asegurar unas condiciones óptimas de confort y clima.

La máquina de HVAC es capaz automáticamente de ajustar la temperatura para las condiciones externas dadas sin crear un ambiente forzado, a no ser que fuese necesario.

Se procede a explicar el proceso de control que sigue el Sistema de Confort y Clima.

Se comienza con una lectura de las variables ambientales de temperatura mediante los correspondientes sensores. Estos datos son recogidos por el PLC, donde mediante una visualización se mostrará el proceso de manera gráfica.

La lógica que siguen los PLCs comienza por el establecimiento de un nivel óptimo de temperatura ambiental en el interior de 26° C en invierno y otoño, fluctuando este nivel a 23° C en verano y primavera.

Estas temperaturas han sido determinadas a partir de la temperatura y humedad exterior, pues determinará la cantidad de abrigo que llevarán las personas, por tanto, la temperatura de confort variará en función de la época del año. Todo ello en función del clima y temperaturas del país donde se va a establecer la vivienda, en este caso, Alemania. Este país cuenta con un predominantemente clima oceánico, templado y marítimo con inviernos y veranos frescos, a menudo nublados y húmedos. El tiempo es muchas veces imprevisible. En pleno verano, un día puede ser caliente y soleado y el siguiente frío y lluvioso.

- **Control verano y primavera**

En estas estaciones las compuertas siempre se encuentran abiertas para la libre circulación y renovación continúa de aire. A excepción de cuando el sistema activo HVAC se encuentra en funcionamiento.

Si la temperatura disminuye por debajo de los 23° C se pone en marcha el sistema de HVAC hasta que se acondicione la vivienda al nivel óptimo. Por el contrario, si la temperatura aumenta a niveles reducidos, se accionan los sistemas pasivos de persianas y corrientes de ventilación, pero si este no hace efecto debido al intenso calor exterior y se alcanzan temperaturas superiores a los 30° C en el interior, de nuevo se pone en marcha el sistema de HVAC.

- **Control invierno y otoño**

En las estaciones de invierno y otoño sucede el mismo proceso, pero con un nivel óptimo de 26° C, de forma que la vivienda activa el sistema pasivo cuando la temperatura es superior a la óptima, sin embargo, si se alcanzan los 35° C, se pone en marcha el sistema activo de HVAC, hasta devolver la vivienda a los 26° C. Por otro lado, cuando la temperatura disminuye se activa de la misma forma el sistema activo de HVAC.

5.2. Gestión hídrica

La gestión hídrica se lleva a cabo para el abastecimiento de aguas de forma óptima, esto implica una correcta distribución y gestión de aguas grises, corrientes, negras y pluviales.

Esta vivienda cuenta con tuberías específicas para cada una de estas aguas con la finalidad de que no sean mezcladas, además de cuatro tanques de almacenamiento; tres depósitos y una arqueta, que cumplen con las funciones siguientes:

- **Depósito de aguas pluviales.**
Almacena el agua de lluvia que proviene del drenaje y desagüe de la cubierta superior.
- **Depósito de aguas grises y pluviales.**
Contiene el agua gris y de lluvia acondicionada para el posterior uso en el riego de vegetación exterior y llenado de cisterna. Este tipo de aguas no es apta para el consumo humano.
- **Arqueta de acondicionamiento de aguas grises y pluviales.**
Contiene la mezcla de aguas grises y pluviales que aún no han sido tratadas por un sistema de purificación.
- **Depósito de ACS.**
Es un Acumulador de Agua Caliente que proviene del calentamiento de las placas fototérmicas de la cubierta superior.

Para una mejor comprensión de la gestión hídrica que se lleva a cabo se procede a explicar el Ciclo del Agua que sucede en su interior.

Se comienza con el abastecimiento de agua potable fría desde de la toma exterior en la acometida, que está preparada para el consumo humano. Una parte del agua potable fría es usada para su calentamiento en las placas de energía fototérmica transformándose así en agua potable caliente, que posteriormente son trasladadas al depósito de ACS. La otra parte del agua fría corriente es usada directamente. Ambas tuberías continúan su circulación en paralelo hacia las tomas del lavabo, la ducha, el fregadero de cocina y los diferentes electrodomésticos (lavavajillas y lavadora). Todas ellas al llegar al desagüe pasan a ser aguas negras, es decir, son descartadas debido a su alto contenido en químicos y materia orgánica.

Sin embargo, el desagüe de la ducha y el lavabo pasan a ser aguas grises no tratadas, por tanto, circulan hacia la arqueta de acondicionamiento de aguas grises y pluviales. A esta arqueta también llega el abastecimiento de agua pluvial proveniente de la canalización del agua de lluvia de la cubierta superior.

Una vez tratadas en la arqueta pasan al depósito de aguas grises y pluviales en las que serán trasladadas a posteriori a la cisterna del inodoro o al riego de la vegetación exterior. El llenado de la cisterna del inodoro es un proceso mecanizado propio, en cuanto al riego de la vegetación forma parte de otro sistema que será explicado en este capítulo. Para acabar, el desagüe del inodoro también pasará a convertirse en aguas negras.

Con la finalidad de comprender mejor este ciclo, se presenta el siguiente diagrama de circulación del Ciclo del Agua.

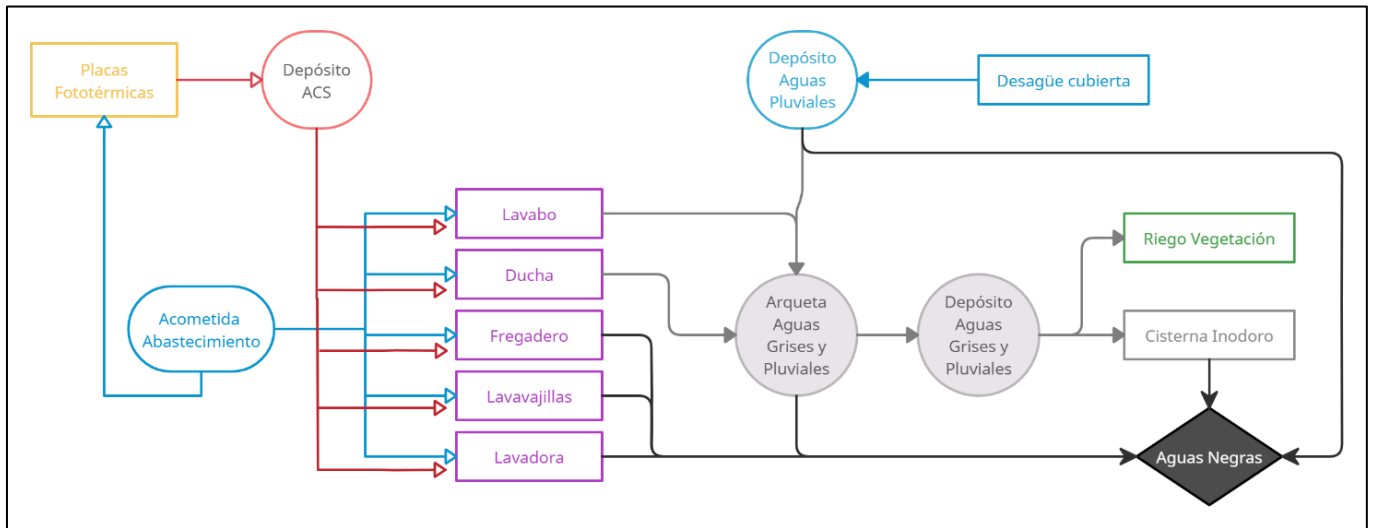


Figura 2. Diagrama de circulación del Ciclo del Agua

Con lo descrito anteriormente se procede a mencionar los procesos sobre los que se necesita un control:

- **Conocimiento del nivel del depósito de ACS**
Lectura del nivel del depósito mediante sensores de nivel.
- **Conocimiento del nivel de la arqueta de Aguas Grises y Pluviales.**
Lectura del nivel del depósito mediante sensores de nivel.
- **Conocimiento del nivel del depósito de Aguas Grises y Pluviales.**
Lectura del nivel del depósito mediante sensores de nivel.
- **Conocimiento del nivel del depósito de Aguas Pluviales.**
Lectura del nivel del depósito mediante sensores de nivel.
- **Apertura de arqueta de Aguas Grises y Pluviales por sobrellenado.**
Apertura de electroválvula de arqueta por sobrellenado hacia Aguas Negras.
- **Apertura de depósito de Aguas Pluviales por sobrellenado.**
Apertura de electroválvula de depósito por sobrellenado hacia Aguas Negras.
- **Llenado de depósito de Aguas Grises y Pluviales.**
Encendido de bomba de purificación para el llenado del depósito de Aguas Grises y Pluviales.
- **Llenado de depósito de ACS**
Apertura de electroválvula proveniente de energía solar térmica hacia el depósito de ACS

5.3. Sistema de Riego

La vivienda cuenta con una zona de vegetación en la cual se pretende automatizar su regadío, para ello se propone un sistema de apertura de electroválvulas en un intervalo de 20h y un tiempo de funcionamiento de 4h de riego. Los intervalos de tiempo asignados se ejecutan de esta forma para que cada nuevo día a la misma hora suceda el mismo proceso.

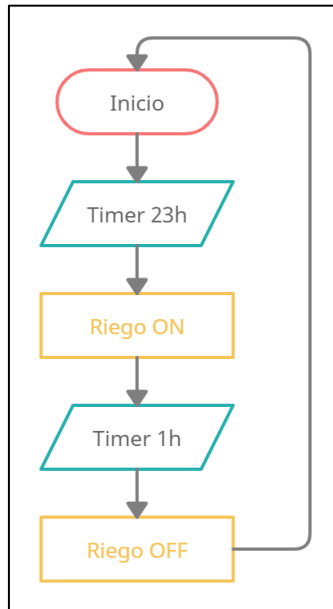


Figura 3. Diagrama de funcionamiento del Sistema de Riego

El sistema diseñado es muy sencillo pues consta de una tubería por la cual una electroválvula abre o cierra la circulación de agua que pasa a través de mangueras con orificios cada 0.5m con el fin de abarcar toda la zona de vegetación. Es por ello que solo será usado un actuador, la electroválvula. Cabe destacar que el regadío es por goteo, por ello, debido a la baja presión del agua en la manguera se mantiene abierta durante 4h.

Para cumplir con las funciones de tiempo el diseño consta de un temporizador.

“Los temporizadores son una herramienta que se usa para activar o desactivar una bobina o memoria dentro de un programa en un tiempo especificado”. [5]

A continuación, se muestran los tipos de temporizadores especificados por la norma IEC-61131-3 implementados como bloques funcionales:

- **TON. Timer On-delay**
Retarda la conexión de la bobina, el tiempo que se determina en PT es el que se desea que se retrase el encendido
- **TOF. Timer Off-delay**
Retarda el apagado de la bobina, el tiempo PT que se determina, es el de funcionamiento de la bobina
- **TP. Timer Pulse**
Con un pulso en la entrada se inicia el contador, la salida se pone en 1 y aunque reciba más pulsos no se reinicia hasta que termina el tiempo predeterminado.

Seguidamente, se muestra una imagen que explica de forma visual lo explicado anteriormente.

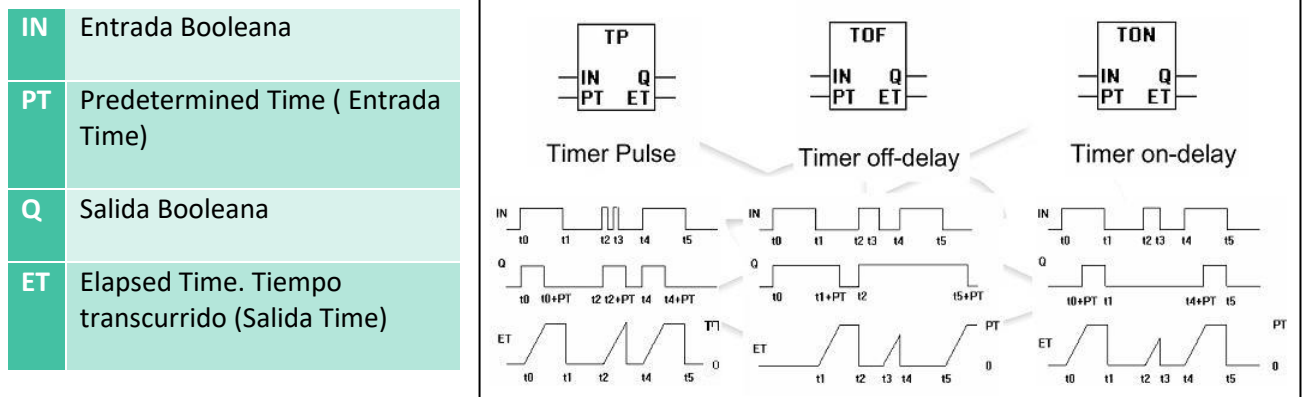


Figura 4. Ilustración de los tipos de contadores de un PLC.

En este caso, se harán uso de temporizadores *Timer Pulse*, puesto que no retrasan la activación tras el accionamiento de la bobina.

5. Planteamiento de soluciones alternativas y justificación de la solución adoptada

En este apartado se presentarán las posibles alternativas y dispositivos para controlar la vivienda, posteriormente se ramificará la elección de sensores y actuadores en función de los sistemas.

Se ha creado un diagrama de bloques en el que se estructuran las partes y subsistemas, que ayuda a entender el conjunto de forma visual.

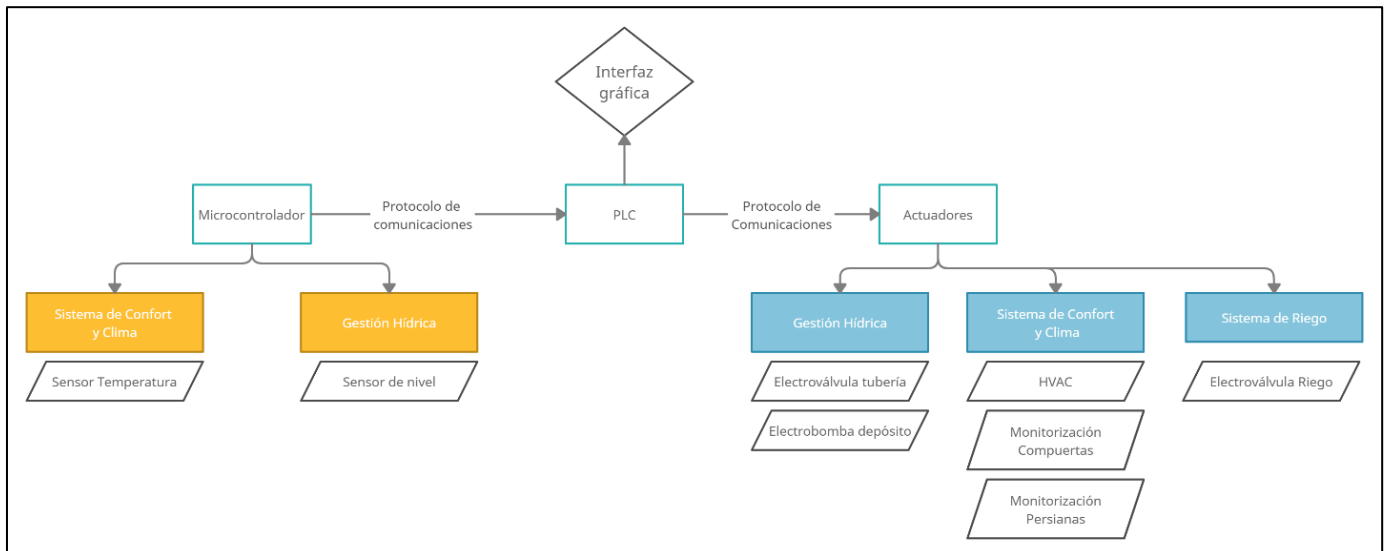


Figura 5. Diagrama de bloques del Sistema de Control

5.1. Dispositivo Controlador. PLC

Un controlador lógico programable o autómatas programable es una computadora cuya función es automatizar procesos ya sean electromecánicos, electroneumáticos o electrohidráulicos debido a su amplia cantidad de entradas y salidas. Tiene como características su capacidad de trabajar en rangos de temperatura ampliados, posee una gran inmunidad al ruido eléctrico y es resistente a la vibración e impactos. Además, los PLCs son difíciles de averiar a causa de altas intensidades o voltajes eléctricos.

Se trata también de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida son producidos en respuesta a las condiciones de entrada en un intervalo de tiempo limitado.

En domótica básica es complicado encontrar este tipo de controladores debido a su uso más común en la industria, sin embargo, este proyecto al trabajar con gestión hidráulica necesita de un PLC para las salidas de los actuadores a mayor potencia.

En esta ocasión, el PLC se encargará de realizar la lógica programada para llevar a cabo la lectura de sensores y actuación sobre las variables o sobre actuadores.

Se presentan las posibles soluciones a continuación:

- **PLC virtual Codesys.**

El PLC virtual de *CODESYS* es un sistema de programación del estándar IEC 61131-3 más común para PLCs. Este permite programar autómatas de diferentes fabricantes, además de generar código para ciertos microprocesadores. La característica principal de esta opción es que no es necesario un PLC físico para generar soluciones automatizadas, sin perder las características de un PLC real, su uso suele ser educativo por este motivo. Además, posee infinitas entradas y salidas que pueden ser simuladas.

El dispositivo que se usa es *CODESYS Control Win V3 x64 (3S – Smart Software Solutions GmbH)*.

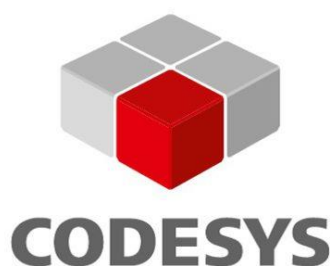


Figura 6. Imagen PLC virtual de CODESYS.

- **PLC físico Schneider TM241CE40R.**

El modelo TM241CE40R es un PLC físico que forma parte de la marca Modicon de Schneider Electric.

Cuenta con 40 entradas y salidas. 24 entradas, las cuales 8 son de alta velocidad y 16 salidas, 12 de relé y 4 de transistor. Trabaja con un voltaje de entrada de 100-240V AC y con frecuencias de 50/60 Hz. Además, se le pueden añadir hasta 13 módulos de expansiones y tiene espacio para dos cartuchos de entradas y/o salidas analógicas.

Contiene 5 puertos integrados: Ethernet, CANOpen, 2 puertos serie y un puerto USB para programar. Cuenta con CPU con procesador de alto rendimiento y cartuchos de extensión. Un Servidor web y FTP, además, tiene salidas de tren de pulsos y contadores de alta velocidad, junto con tarjeta SD. Este PLC a su vez es compatible con *CODESYS*, aunque el fabricante facilita el entorno específico de programación con SoMachine. Este PLC es capaz de conectarse a redes Modbus RTU por RS-485 o WEB para gestionar la ejecución del programa y permitir el control continuo con PID.



Figura 7. Imagen del PLC de Scheneider TM241CE40R

Se ha escogido la opción de un **autómata programable virtual de CODESYS** debido a su versatilidad, su software libre y gratuito, además de por la capacidad de emplear en un futuro el programa creado en un PLC físico. Se procede a usar el dispositivo en su interior de *CODESYS* Control Win V3 x64 (3S – Smart Software Solutions GmbH) por las características del ordenador portátil que va a cargar con el software.

A continuación, se procede a explicar los tipos de lenguaje de programación existentes en cualquier PLC. Estos lenguajes se usan con el fin de crear instrucciones secuenciales o comandos que el CPU del PLC pueda traducir en salidas digitales que sirvan como canal de comunicación entre el sistema operativo que interpreta el lenguaje y el usuario que tiene acceso a la configuración de este programa.

Existen dos tipos de lenguaje, los visuales o gráficos y los escritos o textuales. Se enumeran primero los lenguajes de texto:

- **Lista de Instrucciones (STL).** Es un lenguaje de bajo nivel parecido al lenguaje ensamblador. Usa instrucciones de mando, el control de programa se consigue mediante saltos y llamadas a funciones.
- **Texto Estructurado (ST).** Es un lenguaje parecido a C, que tiene como principal característica su gran versatilidad para la programación. Además, dispone de estructuras para bucles, funciones y condicionales.

De igual forma se encuentran los lenguajes gráficos:

- **Diagrama de Contactos o Escalera/Ladder (LD).** Este lenguaje es conocido como escalera debido a su forma estructural semejante donde en cada escalón recorren relés verticales. Su lectura se interpreta de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.
- **Diagrama de Bloques (SFD).** Este lenguaje usa bloques de función que alojan variables que transformarán la secuencia.
- **Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC).** Facilita la programación secuencial, con una representación gráfica de las etapas con acciones y transiciones, está basado en GRAFCET. Además, tiene como ventaja la facilidad de implementar tiempos de espera de cada bloque.

5.2. Receptor de señal. Microprocesador/Microcontrolador

En este subapartado se estudiarán los microordenadores de bajo coste del mercado, incluyendo sus características más relevantes.

Habitualmente, el proceso de control hace uso de una unidad capaz de adquirir los datos que llegan directamente desde los sensores para su posterior procesamiento y traslado al PLC. Los sensores usan diferentes tipos de periféricos entrada/salida o protocolos de comunicaciones, es por ello que para la elección del dispositivo se deben tener en cuenta el tipo de salidas que proporciona, además de la cantidad y tipo de datos con la que se va a trabajar.

Para esta función se pueden usar diferentes circuitos de procesado:

- Un **microcontrolador** es un circuito integrado capaz de ejecutar las ordenes de su memoria que son programadas. Contiene en su interior una unidad central de procesamiento (CPU), memoria y periféricos de entrada/salida.
- Un **microprocesador**, también denominado procesador, es un circuito electrónico que puede contener uno o más circuitos integrados. Este es el encargado de ejecutar programas además ofrece su propio sistema operativo. Contiene en su interior una o varias unidades centrales de procesamiento CPU, una unidad de control, una unidad aritmética (ALU), una unidad de memoria, periféricos entrada/salida y una unidad de cálculo en coma flotante. A veces, se hace referencia a este como miniordenador.

Frente a lo descrito anteriormente se han planteado las diferentes soluciones que son capaces de identificar y procesar las señales que provienen de los sensores.

- **Raspberry Pi 4.**

La Raspberry Pi 4 es un miniordenador o microprocesador de placa reducida de bajo coste. Cuenta con una memoria de 1/2/4 GB LPDDR4 RAM en función del modelo seleccionado y un espacio para una memoria externa del tipo Micro-SD.

Trabaja con una CPU VideoCore VI, un procesador ARM11 y una velocidad de reloj de 700M Hz.

Contiene 40 entradas y salidas GPIO, un módulo I2C, una SPI, una UART, 2 USB 2.0, una salida de vídeo HDMI Compuesta y una salida de audio HDMI Analógica. Además, su programación se basa en Linux ARM y tiene módulo Ethernet.



Figura 8. Imagen de la Raspberry Pi 4.

- **Arduino UNO Rev03.**

Arduino es un microcontrolador con una plataforma de código abierto que está basada en hardware y software libre, por lo que su soporte físico y su código es de acceso público. Se suele usar en entornos educativos debido a su facilidad y flexibilidad de uso en proyectos multidisciplinarios.

Atmega328p es el modelo de circuito integrado con el que trabaja su placa, entre sus características se encuentra una arquitectura de 8bits, 16M Hz de frecuencia de reloj, 14 pines de entrada y salida de propósito general (GPIO), de las cuales 6 permiten PWM30 con una resolución de 8bits, y otras 6 son entradas analógicas de 10bits. Dispone de SPI31 y USART32.

En lo relativo al consumo, a la mitad de la frecuencia máxima de reloj (8MHz) y con 3V de alimentación se consumen 5,2mA y con 8MHz se reducen a 1,7mA.

La mayor ventaja es que su extendido uso ha generado grandes cantidades de información en la web.



Figura 9. Imagen del Arduino UNO Rev03.

- **Beagle Bone Black.**

Es una placa de desarrollo que hace las funciones de miniordenador con hardware y software libre.

Esta placa se alimenta por un conector USB o por una fuente externa de 5V. Su consumo es reducido, 2W. Además, posee dos tipos de almacenamiento, 2GB de memoria flash eMMC, 8 KB RAM y 4KB Eeprom y una memoria externa microSD junto con un almacenamiento externo de tipo USB.

Posee una CPU Cortex-A8 y 2 PRU de 200M Hz, La principal ventaja de esta placa se basa en la amplia posibilidad de entradas y salidas que posee, 1 USB 2.0, una salida de video Micro-HDMI, una salida de audio de 8-bit eMMC, 4 UART, 8 PWM, LCD, GPMC, 2 I2C, un convertidor A/D, 7 entradas analógicas de 12-bit y 66 pines Digital GPIO.

Una de sus mayores ventajas es la de la alta velocidad de procesamiento de datos debido a su GPU y su frecuencia de reloj (1000M Hz).



Figura 10. Imagen de la Beagle Bone Black

A continuación, se muestra una tabla con las diferentes opciones de microcontroladores/microprocesadores y sus características.

Tabla 1. Características de los receptores de señal. Microprocesadores/microcontroladores.

Características	Raspberry Pi 4	Beagle Bone Black	Arduino UNO
Tipo	Microprocesador	Microprocesador	Microcontrolador
Memoria Interna	1/2/4GB LPDDR4 RAM	2GB Memoria interna FLASH	256KB Flash 8KB RAM 4KB Eeprom
Memoria Externa	Micro-SD	USB Micro-SD	N/A
CPU	VideoCore VI	Cortex-A8 + 2xPRU(200Mhz)	Atmel AVT(8bit), ARM Cortex-M0+ (32-bit), ARM Cortex-M3 (32bit), Intel Quark (x86) (32-bit)
Procesador	ARM11	ARM Cortex-A8	ATMega 328
Velocidad de reloj	700M Hz	1000M Hz	16M Hz
Sistema Operativo	Linux ARM	Linux 3.8	Microsoft Windows GNU/Linux macOS
Voltaje de trabajo	5V/3A vía USB-C PoE	5V	5V
Digital GPIO	40	66	14
Entrada Analógica	N/A	7 12-bit	6 10-bit
PWM	N/A	8	6
TWI/I2C	1	2	2
SPI	1	1	1
UART	1	5	1
Dev IDE	IDLE Scratch Squeak/Linux	Python Scratch Squeak Cloud9/Linux	Arduino Tool
Ethernet	10/100	10/100	N/A
USB Master	2 USB 2.0 2 USB 3.0	1 USB 2.0	N/A
Salida de vídeo	HDMI Compuesta	Micro-HDMI	N/A
Salida de audio	Audio estéreo de 4 polos	8-bit eMMC	N/A

Se selecciona el miniordenador **Beagle Bone Black** como receptor de señales. Esta placa es la más adecuada frente a las diferentes posibilidades mostradas por su compatibilidad con la red Ethernet junto con las múltiples entradas para unificar todos los sensores en una misma placa.

5.3. Protocolo de comunicaciones

Un protocolo de comunicación son instrucciones, reglas o normativas que guían una acción o establecen bases para el desarrollo de un procedimiento, es decir, posibilitan que distintos elementos que forman parte de un sistema establezcan comunicaciones entre sí, intercambiando información.

Teniendo en cuenta la necesidad de comunicar los dispositivos de control entre si se plantean diferentes protocolos de comunicaciones para conseguir una red continua de información entre dispositivos, sensores y actuadores.

Los protocolos *Modbus*, una estructura desarrollada por *Modicon*. Esta se usa para establecer una comunicación maestro-esclavo/cliente-servidor entre dispositivos. Esta comunicación siempre es iniciada por el nodo maestro al nodo esclavo, es decir, los nodos esclavos no emitirán datos sin recibir una solicitud del nodo maestro.

Modbus es el más común en la industria. Tiene diferentes opciones de protocolos, pero las dos más usadas son las siguientes.

- Protocolo Modbus RTU (Remote Terminal Unit)

El protocolo RTU es un protocolo de codificación binaria y suma de comprobación de redundancia cíclica (CRC), como un mecanismo de comprobación de errores para garantizar la fiabilidad de los datos. En el que cada ocho bits (un byte) de un mensaje contiene dos caracteres hexadecimales de cuatro bits.

Cada mensaje debe ser transmitido en un flujo continuo, sin variaciones entre caracteres, es decir, son entramados (separados) por períodos inactivos (silenciosos).

Los paquetes *Modbus RTU* sólo están destinados a enviar comandos/datos, no tienen la capacidad de enviar parámetros, como el nombre del punto, la resolución, las unidades, etc. Además, este protocolo se usa para la comunicación en serie.

- Protocolo Modbus TCP/IP. Ethernet.

El protocolo TCP/IP es básicamente el protocolo Modbus RTU usando la interfaz TCP en una red Ethernet. La estructura de datos Modbus se define utilizando la capa de aplicación usada en el protocolo TCP/IP. Sus siglas hacen referencia a “Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet”. El TCP o protocolo de transporte, se utiliza para garantizar que los datos se reciben y envían correctamente, y el IP es la dirección y la información de enrutamiento.

La principal ventaja de utilizar Modbus TCP/IP es que se utiliza el equipo de red Ethernet existente que está ampliamente disponible y es rentable.

Finalmente se ha escogido el protocolo de comunicación **Modbus TCP/IP** mediante Ethernet.

Se ha escogido este protocolo por la gran compatibilidad que tiene entre dispositivos y su fácil manejo de datos a través de latiguillo Ethernet, que se encuentran ampliamente disponibles en el mercado y son asequibles económicamente.

5.4. Sistema de Confort y Clima

Este sistema requiere la adquisición de datos de clima interno además de actuadores para obtener un ambiente idóneo.

5.4.1. Sonda de temperatura

La sonda de temperatura es capaz de obtener la temperatura a partir de diferentes métodos según el tipo de sensor que se utilice, además, se puede encontrar a una distancia más ampliada que la de un simple sensor por la sonda que lleva consigo.

El sistema de Confort y Clima requiere conocer la temperatura en la entrada de aire para así poder establecer si es necesaria la apertura de compuertas. Existen diferentes posibilidades en función del tipo de precisión de temperatura que se desee medir:

- **Sonda de temperatura Analógica – PT100 o PT1000**

Las sondas de temperatura analógicas son un sensor termo resistivo, es decir, miden la temperatura en función de los cambios en la resistencia del cable de platino que a cero grados centígrados tienen un valor de 100Ω para una PT100 y trabajan en un rango de temperatura de -200 a 850°C , a diferencia de la PT1000 que son 1000Ω que trabaja en un rango de temperatura de -80 a $+250^{\circ}\text{C}$. La precisión de este dispositivo es variable e incontrolable.

Presentan un gran inconveniente de ruido debido a la distancia de procesamiento de datos o la superficie sobre la que estén expuestas. Además, requiere electrónica para ser usado, su conexión es de 4 hilos.



Figura 11. Sonda de temperatura PT100

- **Sonda de temperatura Digital. DS18B20**

Es un dispositivo capaz de medir la temperatura devolviendo unos valores digitales con una resolución de 9 a 12 bits. Trabaja en un rango de temperatura de -55 a 125°C . La interfaz usada es 1-Wire, es decir, la lectura se hace a través de un solo pin. Además, se le pueden añadir múltiples sensores que compartan el mismo pin, puesto que cada uno de ellos tiene un identificador diferente.

La precisión es de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$) con un tiempo de captura inferior a 750ms. Al funcionar con salidas digitales la distancia entre el sensor y el controlador puede llegar hasta 20m sin preocupaciones por ruido. Además, es un sensor sumergible en líquidos. Su voltaje de funcionamiento es de $+3.3$ a $+5.5\text{V}$



Figura 12. Sonda de temperatura DS18B20.

- **Sonda NTC Thermistor. RS Pro NTC Probe 1241081**

Un termistor NTC es un sensor de temperatura mediante resistencia, donde su valor varía en función de la temperatura con un coeficiente negativo, es decir, el valor de la resistencia varía negativamente cuando aumenta la temperatura. Concretamente, la sonda seleccionada es de aire, con una carcasa de acero inoxidable y un cable de silicona de 1.5 m, con dos terminales. Tiene un rango de medida de -60 a +150 °C con una precisión de ± 0.5 °C. Al tratarse de una resistencia, necesita electrónica para obtener los valores y el controlador debe de encontrarse en un lugar cercano a la sonda para no generar ruidos.

Esta solución muestra picos de temperatura en intervalos pequeños de tiempo.



Figura 13. Sonda NTC Thermistor.

- **Sensor de temperatura con placa. Sensirion SCD30**

Se trata de una placa electrónica para aplicaciones de calidad de aire interior y HVAC. Es capaz de medir la humedad, temperatura y la cantidad de CO₂.

Tiene un rango de temperatura de 0 a +50 °C con una precisión de $\pm (0.4^{\circ}\text{C} + 0.023 \times (T [^{\circ}\text{C}] - 25^{\circ}\text{C}))$. Mediante detección de infrarrojos permite una medición de dióxido de carbono de alta precisión, con la tecnología NDIR CO₂, se obtiene un rango de medida de 0 ppm - 10.000 ppm y una precisión de $\pm (30 \text{ ppm} + 3 \%)$. Una humedad 0 % RH – 100% RH con una precisión de $\pm 3 \%$.

Se alimenta con una tensión de 3.3V a 5.5V y trabaja con la posibilidad tanto de la interfaz UART como del protocolo I²C.



Figura 14. Imagen de la placa Sensirion SCD30

Al incluir sensores por varias zonas de la vivienda, se requiere de una solución que sea capaz de obtener un valor preciso sin generar ruido debido a la distancia. Además, se desea evitar grandes implementaciones de electrónica por el tamaño del lugar donde se van a alojar estas sondas.

Todas estas características son propias de los sensores digitales, es por ello por lo que se ha seleccionado la **sonda de temperatura digital DS18B20**.

5.4.2. HVAC

El sistema de HVAC es un climatizador que ofrece la posibilidad de acciones como calentamiento, ventilación y enfriamiento del aire. Se exponen los diferentes modelos del mercado más adecuados para la puesta en marcha en una vivienda unifamiliar:

- Solución Compacta. Compact S de NILAN

Combina ventilación con recuperación de calor activa y pasiva, es capaz de producir agua caliente sanitaria aprovechando la energía del aire extraído mediante una bomba de calor reversible (permite los modos de calefacción y refrigeración). Además, tiene una alta eficiencia energética para su aplicación en edificios de bajo consumo.

Tiene como características técnicas una ventilación de hasta 375 m³/h. Debe ser alimentado con 230V a 50/60 Hz. El tipo de intercambiador de calor es de Polietilentereftalato contra corriente, con un tipo de ventilador EC de rotación constante. Usa un filtro de clase ISO Coarse >90% (G4). Además de un refrigerante del tipo R134a.

En cuanto a potencia, la máxima potencia de entrada sin elemento calefactor es de 2,2 kW / 9,6 A. En el caso de usar el elemento polar compacto de dos entradas la máxima potencia de entrada es de 2,8 kW / 12,2 A.



Figura 15. Imagen de HVAC Compact S de NILAN.

- Fancoil a 2 tubos. FCES-2T

Se trata de un modelo de Fancoil electrónico que se alimenta a 230V con una frecuencia de 50 Hz. Funciona con un motor de conmutación electrónica. El equipo presenta una potencia de refrigeración de 3374W y una potencia de calefacción a 70° C de 7444W. Por otra parte, su caudal de aire tiene una máxima ventilación a 0 mm H₂O de 725 m³/h además de un consumo eléctrico máximo de 55W y una potencia sonora de 53.0 dB(A) cuando se encuentra a máxima velocidad.



Figura 16. Imagen HVAC. Fancoil a 2 tubos FCES-2T

El sistema climatizador escogido para la vivienda es el **Compact S de NILAN**, esto se debe a que es la opción más compacta, con todos los sistemas integrados en un mismo espacio reducido y la más económica.

5.4.3. Monitorización Compuertas

Las compuertas que hacen la función de crear corrientes mediante conductos en el interior de la vivienda necesitan de una monitorización que permita su apertura y cierre, para ello, se plantean diferentes soluciones que se adaptan a este requerimiento.

- **Cilindro neumático. CDJ2D16-125B.**

Es un dispositivo mecánico cuyo accionamiento depende de la compresión de un gas, generalmente aire.

Las características de este modelo de tamaño reducido son un diámetro de cilindro de 16 mm y una carrera de 125 mm, trabaja con una presión de 0.15Mpa a 1Mpa



Figura 17. Imagen de Cilindro neumático. CDJ2D16-125B.

- **Actuador lineal accionado por motor paso a paso. JSPAM184.**

El actuador lineal está formado por un motor de corriente continua y un vástago accionado por un torillo sin fin. Tiene una velocidad reducida de 4mm/s pero un par alto de 6000N, además es posible controlar la posición y velocidad del vástago. Trabaja con un voltaje de entrada de 24V.



Figura 18. Actuador lineal JSPAM184.

Al tratarse de una compuerta que no requiere demasiada fuerza para ser desplazada cualquiera de las opciones es válida. Por lo tanto, se seleccionará la opción más económica.

En este caso, la opción más económica es la del **cilindro neumático del modelo CDJ2D16-125B**. Este tiene como características trabajar con una presión de 0.14Mpa a 1 Mpa, siendo su cilindro de 16 mm y teniendo una carrera de 125mm.

5.4.4. Monitorización de persianas

Las persianas proporcionan una menor incisión de los rayos solares en el interior de la vivienda, por lo tanto, crean un ambiente más fresco. Esta función es mecanizada por motores que mueven las lamas unos grados para cambiar la incisión de estos rayos solares. En el mercado existen diferentes opciones de motor para conseguir este movimiento.

- **Motor tubular. DIMOEL Shut 20 Nm**

Se trata de un motor con una extensión tubular con capacidad de enrollar una polea que ejerza el movimiento de las lamas de la persiana en una orientación u otra.

Se alimenta con una tensión de 230V, tiene un diámetro del eje de 60 mm, el diámetro del motor es de 45 mm, además, es capaz de soportar un peso máximo de la persiana de 35 kg. Su fuerza motriz es de 20 N.m y la potencia del motor son 100W.

- **Motor tubular. DIMOEL Shut 40 Nm**

Es un motor tubular igual que el anterior, pero con un par de fuerza mayor.

Se alimenta con una tensión de 230V, tiene un diámetro del eje de 60 mm, el diámetro del motor es de 45 mm, además, es capaz de soportar un peso máximo de la persiana de 80 kg. Su fuerza motriz es de 40 N.m y cuenta con una potencia en el motor de 150W.



Figura 19. Imagen de motor tubular. DIMOEL Shut.

La principal diferencia entre las soluciones expuestas son la cantidad de peso que son capaces de soportar cada uno de los motores tubulares.

La persiana de acero inoxidable exterior que va a ser usada es de elevado peso, es por ello que se selecciona el modelo de **motor tubular DIMOEL Shut 40 Nm**, el cual presenta una fuerza motriz de 40 N.m, cargando hasta un máximo de 80 kg y una potencia en el motor de 150 W.

5.5. Gestión hídrica

La gestión hídrica necesita dispositivos de medición y actuación para ofrecer el máximo aprovechamiento del flujo del agua.

5.5.1. Sensor de nivel de depósitos

Los sensores de nivel son dispositivos capaces de conocer la cantidad de fluido o el nivel en el que se encuentra un depósito, existen muchos tipos de sensores en función del modo en que detectan el nivel.

- **Sensor de nivel ultrasónico sin contacto. FMU30-AAHEAAGGF.**

Es un sensor capaz de detectar el nivel con ultrasonidos, es decir, con el eco de la señal en la superficie del fluido. Por lo tanto, es capaz de transformar la señal analógica que recibe mediante un microprocesador a una señal digital.

El rango de medición en líquidos es de 0.25 a 5 m, tiene una pantalla donde se puede previsualizar el nivel. Su intensidad de salida va de 4 a 20 mA. Puede ser alimentado con una tensión de entrada de 14 a 35 V DC, trabajando a temperaturas de -20 a 60 °C. Además, cuenta con una protección IP68, es decir, es totalmente estanco y está protegido durante inmersión continua.



Figura 20. Imagen de sensor de nivel ultrasónico sin contacto. FMU30-AAHEAAGGF

- **Sensor de nivel por capacitancia. Pointek CLS100.**

Este tipo de sensor usa una sonda que monitorea los cambios de nivel de líquido acondicionando de manera electrónica la salida a valores capacitivos y resistivos, convirtiéndolos en señales analógicas.

Se trata de un sensor de acero inoxidable que trabaja de -30 a 100 °C con una máxima presión de 10bar. Necesita de una tensión de entrada de 12 a 33 V DC, es de fácil instalación y permite ajustar la sensibilidad.



Figura 21. Imagen de sensor de nivel por capacitancia. Pointek CLS100.

- **Interruptores de flotador. RS PRO 312-7164.**

Es un sensor de nivel de punto. Funciona de manera que usa un cuerpo hueco flotante con un imán en su interior, un tubo guía para guiar el flotador y unos topes que conmuta cuando el agua sobrepasa el sensor.

Es un sensor de acero inoxidable que se alimenta a 300V AC/DC, con una temperatura de funcionamiento de -10 a +120 °C que soporta presiones de hasta 10 bar. Tiene una capacidad de conmutación de 50W. Su corriente de salida máxima es de 500 mA y tiene una longitud el cable de 300mm.



Figura 22. Imagen de interruptores de flotador. RS PRO 312-7164.

Para la implementación de este proyecto únicamente se requiere conocer si los depósitos están a punto de desbordar o vacíos. Sin necesidad de conocer el volumen que hay en su interior en todo momento. Para esta aplicación la mejor opción es la del **sensor del interruptor de flotador del modelo RS PRO 312-7164**. Además de que tiene un sencillo montaje, con un fácil anclaje a la pared del tanque.

5.5.2. Electroválvula circulación depósitos

La electroválvula es un actuador capaz de modificar la apertura o cierre de una válvula mediante una señal eléctrica. Se plantean diferentes soluciones.

- **Válvula de solenoide RS PRO**

Es una válvula de 2 vías con accionamiento piloto. Se pueden utilizar tanto para líquido como gas y tiene un tamaño que oscilan de 3/8 a 2 pulgadas. Ofrece 2 puertos, uno normalmente abierto (NA) y otro normalmente cerrado (NC). Se alimenta con una tensión de 220V AC, funciona con una presión de funcionamiento máxima de 15 bar y su rango de temperatura para un correcto funcionamiento es de -20 a +90 °C.



Figura 23. Imagen de la válvula de solenoide RS PRO.

- **Válvula actuada y motorizada. V4043H1080.**

Se trata de una válvula motorizada de 2 vías. La presión máxima de funcionamiento de es de 8,6 bar y la potencia consumida es de 6W. Está diseñado para controlar el flujo de agua en sistemas de tuberías de hierro y cobre. Aunque está diseñada específicamente para sistemas de diámetro pequeño, esta válvula se puede utilizar en aplicaciones comerciales e industriales. Es normalmente cerrada y tiene una palanca manual para el sistema de llenado/drenaje. Tiene un funcionamiento silencioso con un consumo de energía mínimo y se alimenta con 230V AC.



Figura 24. Imagen de válvula V4043H1080.

Las opciones mostradas con anterioridad son igualmente válidas para las características del proyecto, es por ello que se selecciona la más económica para ahorrar costes de cara a ajustar el presupuesto. La opción seleccionada es la **válvula actuada y motorizada de Honeywell del modelo V4043H1080 de 2 vías**.

5.5.3. Electrobomba depósito Aguas Grises y Pluviales

La bomba es un actuador con la función de bombear y hacer fluir agua de un lugar a otro. Se plantean las siguientes soluciones donde la diferencia más clara es el caudal por minuto que son capaces de bombear.

- Bomba RS MG500-Sub-24 V

Esta bomba es capaz de bombear 10 L por minuto con una presión de 861 mBar, cuando se encuentra alimentada a 24 V, consumiendo así una potencia de 32.4 W.

Está diseñada para tubos de 8 mm y un máximo de 100 °C de temperatura. Además, el índice de protección IP es IP68.



Figura 25. Imagen de bomba RS MG500-Sub-24 V

- Bomba 12V. RS 702-6876

Este modelo es capaz de bombear 3 L por minuto con una presión de 345 mBar, cuando se encuentra alimentada a 12 V, consumiendo así una potencia de 6 W.

Está diseñada para tubos de 3.2 mm y un máximo de 100 °C de temperatura. Además, el índice de protección IP es IP52, esto quiere decir que el polvo puede entrar en la bomba, pero en cantidades que no afecten al funcionamiento y solo soporta el agua por goteo dentro de su electrónica durante 10 minutos.



Figura 26. Imagen de bomba de 12V de RS 702-6876

La bomba actuada que requiere esta aplicación no necesita de un gran caudal de recuperación puesto que debe pasar lentamente por el equipo de filtrado. Es por ello que se selecciona la opción de la **bomba de 12 V del modelo RS 702-6876**.

5.6. Sistema de Riego

El sistema de riego es un sistema sencillo en el únicamente se hace uso de un actuador, la electroválvula de riego.

5.6.1. Electroválvula riego

La electroválvula de riego es una llave de paso con apertura programada mediante una señal eléctrica que permite el flujo de la corriente de agua hacia un sentido.

La solución planteada para este dispositivo es la misma que la válvula usada para el sistema de gestión hídrica, es decir, la **válvula actuada y motorizada de Honeywell del modelo V4043H1080 de 2 vías**.

La tubería que precede a esta válvula va conectada a una manguera con pequeños orificios cada 20 cm para permitir la salida de agua del circuito de manera continuada y así poder regar las plantas.

6. Descripción detallada de la solución adoptada

A continuación, se entrará en profundidad con respecto a la funcionalidad de la solución y la forma en la que han sido integrado los componentes dentro del conjunto.

En primer lugar, se muestra una tabla con los modelos que han sido seleccionados para cada uno de los sistemas.

Tabla 2. Solución adoptada. Modelos seleccionados para los componentes de cada sistema.

Sistemas	Descripción de componentes	Modelo	Cantidad
Sistema de Confort y Clima	Sonda de temperatura	Sonda DS18B20	4
	HVAC	Compact S de NILAN	1
	Monitorización Compuertas	Cilindro neumático CDJ2D16-125B	2
	Monitorización Persianas	Motor tubular DIMOEL Shut 40 Nm	7
Gestión Hídrica	Sensor de nivel	Interruptor de nivel RS PRO 312-7164	7
	Electroválvula	Válvula V4043H1080	4
	Electrobomba	Bomba 12V RS 702-6876	1
Sistema de riego	Electroválvula	Válvula V4043H1080	1
Dispositivos de Control	Receptor de señal. Microcontrolador.	Beagle Bone Black	1
	Dispositivo Controlador. PLC.	PLC virtual de CODESYS	1
	Protocolo de comunicaciones	Modbus TCP/IP	1

6.1. Funcionalidad del programa de CODESYS.

6.1.1. Introducción al programa.

“CODESYS es un entorno de desarrollo para la programación de controladores conforme con el estándar industrial internacional IEC 61131-3. El término CODESYS es un acrónimo y significa Sistema de Desarrollo de Controladores. CODESYS es desarrollado y comercializado por la empresa de software alemán 3S-Smart de Soluciones de Software “. [6]

La versión empleada en este proyecto es la V3.5 SP15 Patch 4 + (64-bit).

Durante la realización de este proyecto se usa el dispositivo de autómatas programable que incluye con esta versión denominado *CODESYS Control Win V3 x64 (3S – Smart Software Solutions GmbH)* que además es compatible con las características del ordenador portátil que va a cargar con el software.

6.1.2. Programación de CODESYS.

El programa comprende tres diferentes sistemas los cuales implican diferentes procesos que proceden y dan sentido unos a otros, pero, para su mejor comprensión se explican de manera separada.

- **Sistema de Riego.**

Este sistema es muy sencillo. Solo comprende al dispositivo controlador, el PLC y la salida hacia la válvula de actuación. Por ello, solo necesita del POU (Unidad de Organización de Programa) general que activa y desactiva la válvula en un intervalo de tiempo de 20h, de válvula inactiva. Junto con un intervalo de tiempo de 4h para la válvula activa. Este proceso se ejecuta mediante diagrama de contactos.

- **Gestión hídrica.**

Este sistema comprende las entradas de sensores de nivel en cada uno de los depósitos, su llegada al receptor de señales del microprocesador, la ejecución de tareas por parte del dispositivo controlador, el PLC y la salida hacia los actuadores; la electroválvula de actuación y la electrobomba.

Se trata de un sistema más complejo que necesita de forzado de señales de entrada de los sensores para su correcta simulación, por lo que existe un POU dedicado exclusivamente a estas acciones. Por tanto, recoge los valores de entrada de los sensores de la gestión hídrica.

Además, consta de un POU global, en el que también se aloja el Sistema de Riego, que realiza las tareas apertura o cierre de válvulas y bomba en función de como se encuentren las señales de entrada de los sensores de nivel. Por tanto, este POU se dedica a implementar acciones sobre los actuadores en función de las condiciones.

- **Sistema de Confort y Clima.**

Este sistema abarca a las sondas de temperatura, el microprocesador para recibir las señales, el PLC que toma las decisiones sobre el control y los tres tipos de actuadores, los cuales son el cilindro neumático para la monitorización de compuertas, el motor tubular para la monitorización de persianas y el sistema climatizador, HVAC.

En este sistema se genera un POU que gestiona los diferentes actuadores a usar en función de lo elevada o disminuida que se encuentre la temperatura. De manera que cuando el cambio en la temperatura no es brusco, ni muy diferente a la temperatura establecida como promedio se emplean sistemas de clima pasivo, monitorización de persianas y monitorización de compuertas. A diferencia de cuando el cambio es brusco, que se emplean sistemas activos, es decir, HVAC.

Durante el control del programa se toman diferentes regulaciones de temperatura en función de si se encuentra la vivienda en la estación de verano o invierno.

6.2. Funcionalidad de la visualización.

La visualización comprende todo lo descrito en el anterior apartado en un entorno gráfico de forma que se usan POU de Gestión de Visualización para modelar este entorno.

El entorno de visualización una vez puesto en línea el PLC es capaz de mantenerse activo o inactivo hasta que no se pulsan los botones de Inicio o Fin. Una vez puesto en marcha, todos los sistemas trabajan de forma autónoma, aunque con la capacidad de alterar o modificar la interpretación de los sensores.

Se procede a describir el funcionamiento de cada sistema en el entorno gráfico para mejorar la comprensión del conjunto.

- **Sistema de Riego.**

La visualización de este sistema es muy sencilla y carece de una unidad de gestión propia. Trabaja con el POU global de gestión de sistemas mostrando un entorno gráfico en el que cuando la válvula se encuentra abierta un flujo de agua riega las plantas.



Figura 27. Entorno de visualización del Sistema de Riego

- **Gestión hídrica.**

En este sistema se trabaja con una unidad propia de organización para gestionar la visualización de cada uno de los depósitos. Estos POU modifican mediante intervalos de tiempo el nivel en el que se encuentra cada tanque en función de las válvulas o bombas que estén encendidas.

También se puede visualizar como fluye el agua a través de las tuberías cuando las electroválvulas se encuentran abiertas o la bomba activa. Esto puede ser observado a su vez en la tabla de acciones que se están llevando a cabo.

Además, tiene la capacidad de llenar el depósito de aguas pluviales mediante un pulsador de manera que se simula cuando llueve manualmente. También se usa un pulsador para el vaciado del depósito de Aguas Grises y Pluviales tratadas con el fin de simular el uso de este para la cisterna del WC.

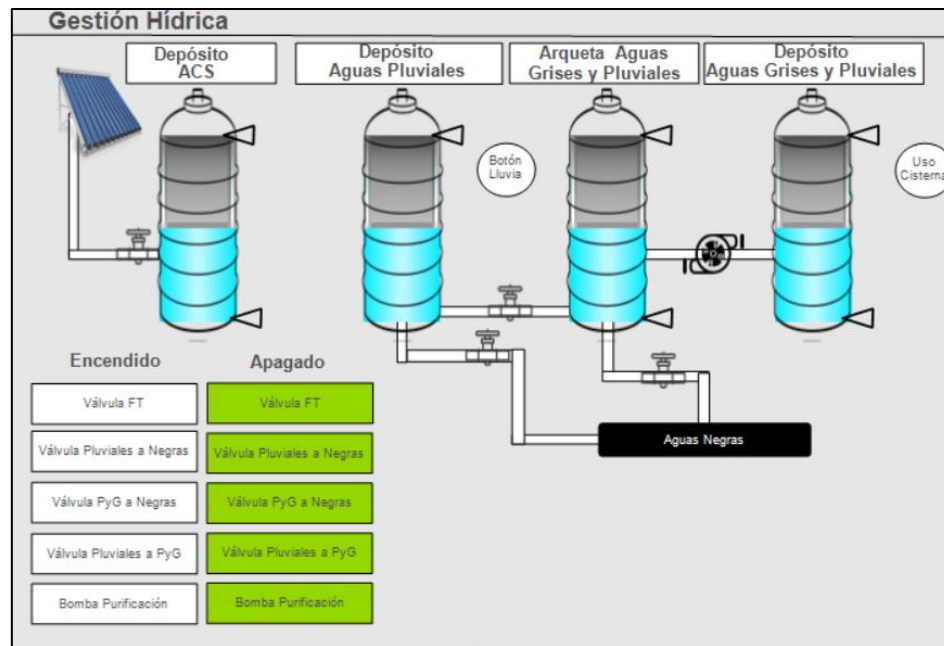


Figura 28. Entorno de visualización de la Gestión Hídrica

- **Sistema de Confort y Clima.**

EL Sistema de Confort y Clima muestra un potenciómetro donde manualmente se puede modificar la temperatura adquirida por los sensores con el fin de simular los procesos que sucederían al alterarse la temperatura promedio establecida.

Cuando la temperatura es alterada, los procesos que se ponen en marcha son visualizados en la tabla de acciones del Sistema de Confort y Clima.



Figura 29. Entorno de visualización del Sistema de Confort y Clima.

7. Bibliografía

- [1] https://domoticasistemas.com/tienda/tutoriales/2_diferencias-domotica-e-inmotica.html#:~:text=La%20dom%C3%B3tica%20es%20el%20conjunto,el%20usuario%20y%20el%20sistema. Consultada el 13/06/2021.
- [2] <http://www.interempresas.net/Agua/FeriaVirtual/Producto-Tratamiento-de-reciclado-de-aguas-grises-y-pluviales-62659.html>. Consultada el 03/08/2021.
- [3] [https://www.nunsys.com/producto-automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20y%20control%20industrial%20es%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20diferentes,pudiendo%20conseguir%20que%20una%20e](https://www.nunsys.com/producto-automatizacion-industrial/#:~:text=La%20automatizaci%C3%B3n%20y%20control%20industrial%20es%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20diferentes,pudiendo%20conseguir%20que%20una%20empresa)mpresa. Consultada el 13/08/2021.
- [4] <https://es.wikipedia.org/wiki/Climatizaci%C3%B3n>. Consultada el 07/08/2021.
- [5] <https://educacionurbana.com/?p=110>. Consultada el 22/06/2021.
- [6] <https://es.wikipedia.org/wiki/CoDeSys>. Consultada el 07/09/2021.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

DOCUMENTO II: PLANOS

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

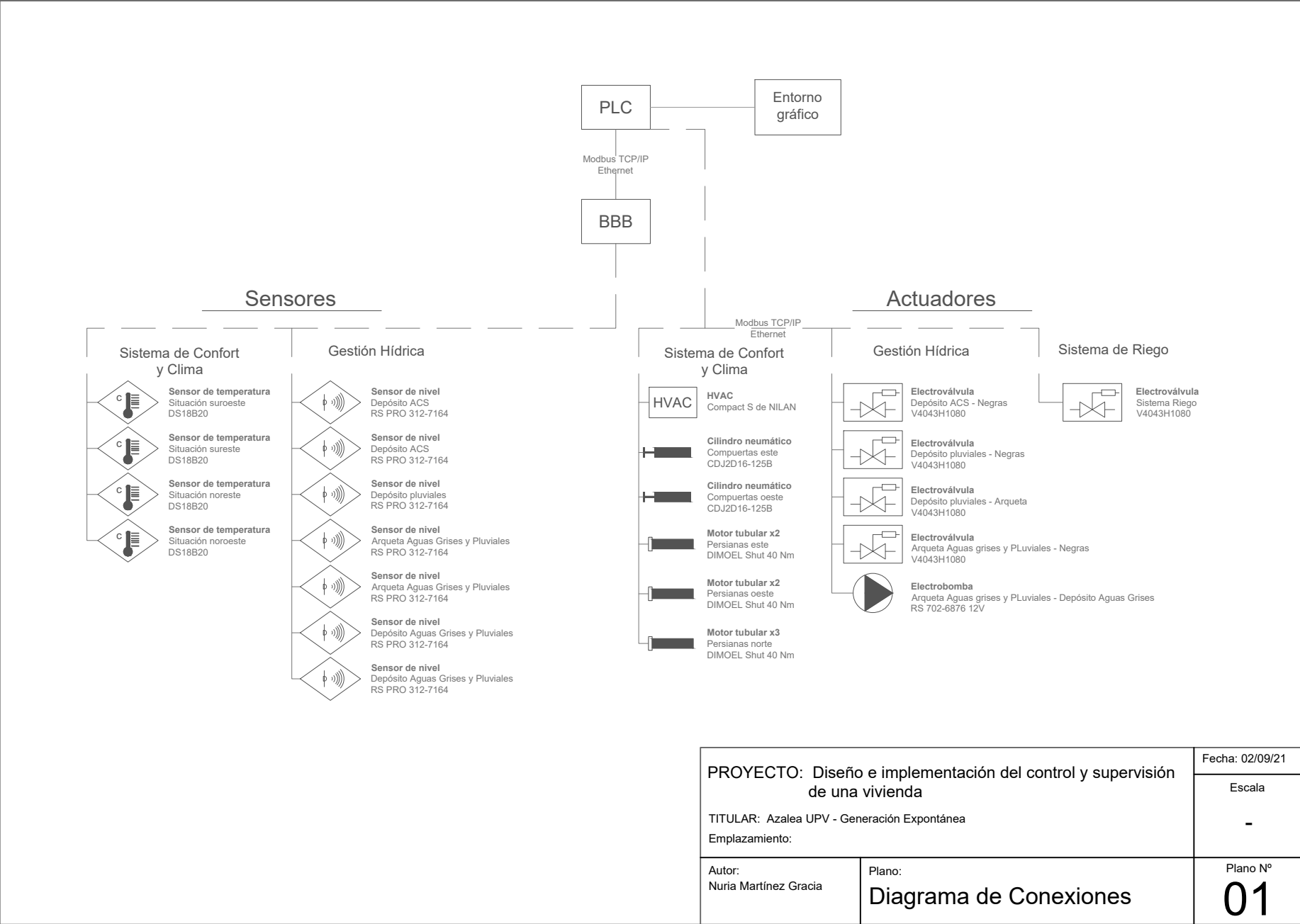
TUTORIZADO POR

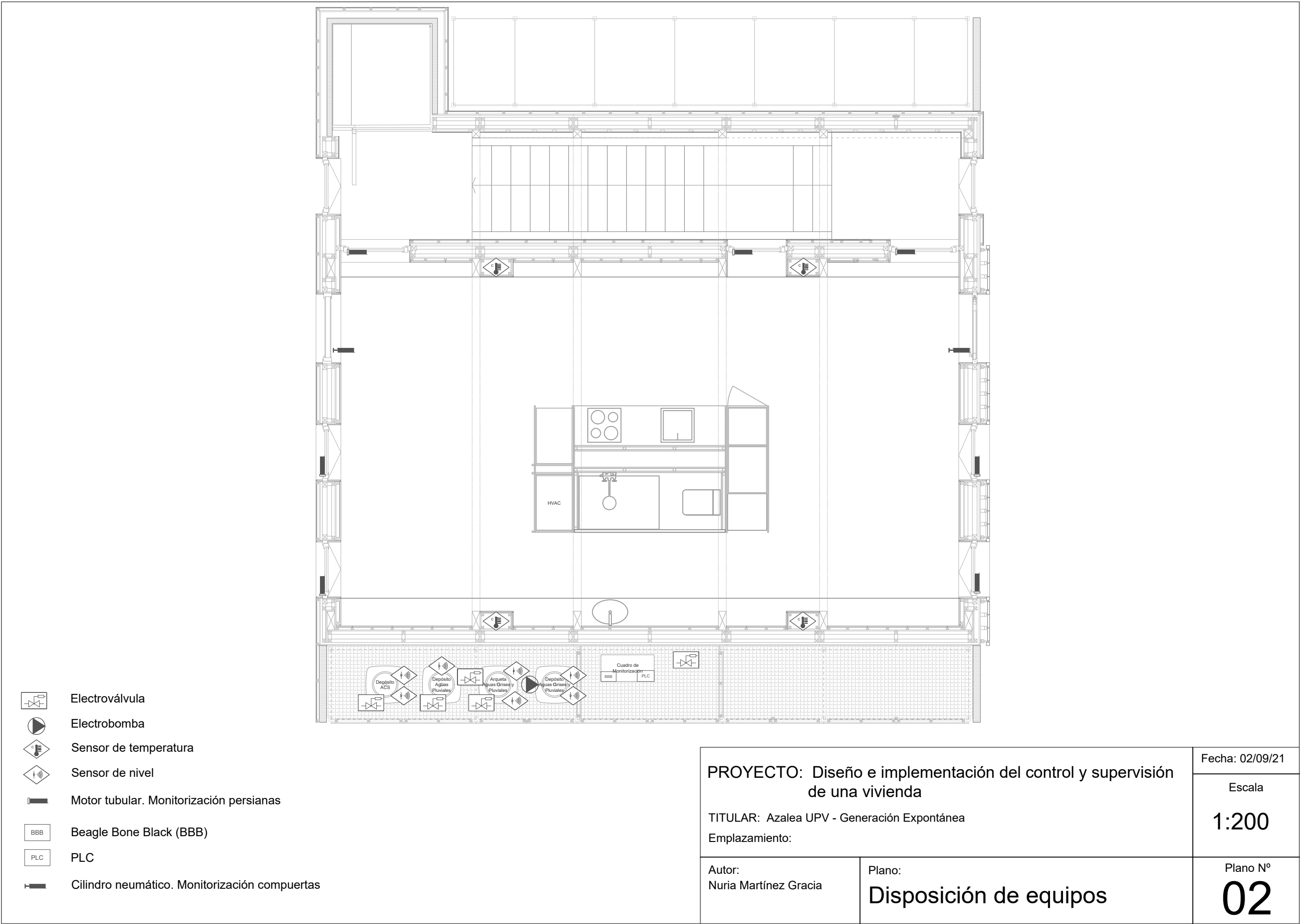
Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

ÍNDICE DE PLANOS.

1.	Plano Nº01. Diagrama de Conexiones	34
2.	Plano Nº02. Disposición de equipos	35







UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

1. Objeto.....	38
2. Normativa.....	38
3. Condiciones de los equipos de control y visualización	38
4. Condiciones de la ejecución del programa	39
5. Pruebas de conexión.	39

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Normativa vigente en España relacionada con el proyecto.	38
--	----

1. Objeto

La presente especificación técnica concierne al diseño e implementación del control y supervisión de una vivienda.

En este caso, al tratarse de un control y visualización de lo que se pondría en marcha en la vivienda real, el entorno de aplicación abarcará la descripción de los equipos de visualización y control, en lugar de los componentes y requisitos para la puesta en marcha del programa de control completo.

2. Normativa

En el siguiente apartado se expondrá la normativa vigente en España relacionada con el proyecto que se ha desarrollado.

Tabla 1. Normativa vigente en España relacionada con el proyecto.

Código	Nombre	Fecha publicación
UNE-CLC/TR 50491-6-3:2013 IN	Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 6-3: Instalaciones HBES. Evaluación y definición de niveles.	2013-07-24 (Ratificada)
UNE-EN 50491-6-1:2014	Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 6-1: Instalaciones HBES. Instalación y planificación.	2014-07-09 (Ratificada)
UNE-EN 61508:2011	Seguridad funcional de los sistemas eléctricos/electrónicos/electrónicos programables relacionados con la seguridad.	2011-03-30 (Ratificada)
UNE-EN 60848:2013	Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales.	2013-07-01 (Ratificada)
UNE-EN IEC 61131:2019	Autómatas programables.	2019-08-01 (Ratificada)

3. Condiciones de los equipos de control y visualización

En este apartado se procede a realizar una descripción del equipo que se va a usar para el control y la visualización de la vivienda.

Requisitos mínimos del PC en Codesys V3.5 SP15 Patch 4

- Sistema operativo: Windows 8 o superior (32 ó 64 bits).
- Procesador: 2.5 GHz.
- RAM: 8 GB.
- Memoria: 12 GB disponibles en disco duro.

4. Condiciones de la ejecución del programa

En este apartado se procede a describir la forma en la que se debe ejecutar el programa para su correcto funcionamiento.

En primer lugar, se abre el software de CODESYS de la versión V3.5 SP15 Patch 4 en el dispositivo. Seguidamente se abre la carpeta contenedora del programa principal. Una vez el periodo de carga este completado se procede a activar el PLC virtual que incluye CODESYS. Este PLC se enlaza con el dispositivo del programa principal mediante el examinado de la red.

A continuación, se procede a poner en línea el dispositivo. Este proceso puede tardar unos segundos, tras esto, ya se puede iniciar el programa en curso.

Para visualizar lo que esta ocurriendo se debe seleccionar la pestaña de visualización donde se encuentra el entorno gráfico diseñado para el programa.

5. Pruebas de conexión.

Una vez seguidas las condiciones de la ejecución de manera correcta, el programa no debe dar ningún problema de compilación ni de ejecución del proceso.

Los posibles errores que pueden surgir son debidos a la incorrecta configuración de los datos ofrecidos en el anterior apartado. Por otro lado, pueden surgir problemas por la incorrecta elección del dispositivo virtual o el estado inactivo de la máquina.

Se debe tener en cuenta que, si el programa es iniciado en otra versión de la que fue inicialmente programado, podrían surgir problemas de compatibilidad o incluso de usuario del PLC virtual.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

ÍNDICE DE CONTENIDO.

1. Introducción	42
2. Presupuesto de Ingeniería	42
2.1. Estudio previo.....	42
2.2. Diseño de planos y programación	43
2.3. Software empleado	43
2.4. Coste final de ingeniería	44
3. Presupuesto de componentes	44
3.1. Coste final de componentes	45
4. Resumen.....	45

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Estudio previo	42
Tabla 2. Diseño de planos y programación.	43
Tabla 3. Software empleado.....	43
Tabla 4. Coste final de ingeniería.	44
Tabla 5. Presupuesto de componentes	44
Tabla 6. Coste final de componentes	45
Tabla 7. Resumen del presupuesto.	45

1. Introducción

En este documento se realiza una valoración del coste incurrido en el proyecto. Al tratarse de un proyecto principalmente de programación del dispositivo controlador, sin haber llegado a realizar una puesta en marcha con el conjunto de todos los materiales, los costes estarán divididos primeramente entre las diferentes fases del proyecto, desde estudios previos hasta la generación de los documentos que acreditan el proyecto como lo son la memoria, planos, pliego de condiciones, presupuesto y su depuración.

Además, pese a no haber desarrollado el prototipo del conjunto, se hará un presupuesto de lo que supondría la compra de materiales para el modelo.

2. Presupuesto de Ingeniería

Este apartado hace referencia a los costes producidos por la elaboración del proyecto.

2.1. Estudio previo

Se incluyen los costes de la mano de obra del proyecto, desglosados en tareas, horas y precio la hora. Además, se incorpora el porcentaje correspondiente del uso de equipos, como son ordenadores portátiles. Se visualiza el sueldo promedio de un ingeniero recién titulado para la realización de todo el estudio previo (8,75€/h).

Tabla 1. Estudio previo

Recursos Humanos			
Tarea	Cantidad [Horas]	Precio [EUR/h]	Total
Redacción memoria	100	8,75 €	875,00 €
Estudio necesidades	8	8,75 €	70,00 €
Planteamiento del Sistema Riego	3	8,75 €	26,25 €
Planteamiento del Sistema Confort y Clima	8	8,75 €	70,00 €
Planteamiento de la Gestión Hídrica	10	8,75 €	87,50 €
Redacción de Pliego de Condiciones	5	8,75 €	43,75 €
Redacción de presupuestos	5	8,75 €	43,75 €
Equipos			
Tipo	Cantidad	Porcentaje aplicado	Total
Coste Complementario Hardware	1	20%	243,25 €
			1.459,50 €

2.2. Diseño de planos y programación

En este apartado se valoran los costes en recursos humanos del diseño llevado a cabo en los planos y diagramas del proyecto junto con la programación y el diseño del entorno gráfico.

Se visualiza el sueldo promedio de un ingeniero recién titulado para el diseño de planos (8,75€/h) y el sueldo promedio de un ingeniero de programación de PLCs (15,05€/h).

Tabla 2. Diseño de planos y programación.

Recursos Humanos			
Conceptos	Cantidad [Horas]	Precio [EUR/h]	Total
Diseño plano Nº1. Diagrama de Conexiones	5	8,75 €	43,75 €
Diseño plano Nº2. Disposición de equipos	8	8,75 €	70,00 €
Programación PLC	125	15,05 €	1.881,25 €
Diseño del entorno gráfico	15	15,05 €	225,75 €
Tipo	Cantidad	Porcentaje aplicado	Total
Coste Complementario Hardware	1	20%	22,75 €
			2.243,50 €

2.3. Software empleado

En este punto se incluye el conjunto del software empleado. Se entiende que todo este equipo necesario será utilizado en sucesivos trabajos e investigaciones, con lo que su coste para este proyecto supondrá un coste más elevado que para el desarrollo de proyectos futuros.

Tabla 3. Software empleado

Software	Ca [EUR]	Tu (meses)	PL (meses)	Total
Windows 10	9,90 €	4	-	9,90 €
Microsoft Office	315,00 €	4	48	26,25 €
CODESYS V3.5 SP15 Patch 4	-	-	-	0,00 €
Tipo	Cantidad	Porcentaje aplicado		Total
Coste Complementario Hardware	1		20%	7,23 €
				43,38 €

*Tu: Tiempo estimado de uso *Ca: Coste del programa *PL: Periodo de compra del software

2.4. Coste final de ingeniería

A continuación, se suman los costes parciales expuestos anteriormente y se aplican los porcentajes referentes a los gastos indirectos el porcentaje de beneficio industrial del proyecto.

Tabla 4. Coste final de ingeniería.

Concepto	Cantidad	Precio	Total
Estudio previo	1	1.459,50 €	1.459,50 €
Diseño y Programación	1	2.243,50 €	2.243,50 €
Software empleado	1	43,38 €	43,38 €
Costes indirectos (13%)			487,03 €
Beneficios industriales (6%)			224,78 €
IMPORTE DEL PROYECTO			4.458,19 €
IVA (21%)			936,22 €
TOTAL			5.394,41 €

El presupuesto de ingeniería asciende a la cantidad final de **cinco mil trescientos noventa y cuatro euros con cuarenta y un céntimos**.

3. Presupuesto de componentes

Presupuesto orientativo para la construcción del modelo. Incluye los gastos básicos en materiales.

Tabla 5. Presupuesto de componentes

Componentes de sistemas y dispositivos de control			
Sistema de Confort y Clima	Cantidad	Precio	Total
Sonda de temperatura DS18B20	4	3,15 €	12,60 €
Compact S de NILAN	1	47.695,00 €	47.695,00 €
Cilindro neumático CDJ2D16-125B	2	9,69 €	19,38 €
Motor tubular DIMOEL Shut 40 Nm	7	54,95 €	384,65 €
Gestión Hídrica			
Interruptor de nivel RS PRO 312-7164	7	93,88 €	657,16 €
Válvula actuada y motorizada V4043H1080	4	216,15 €	864,60 €
Bomba 12V RS 702-6876	1	106,17 €	106,17 €
Sistema de Riego			
Válvula actuada y motorizada V4043H1080	1	216,15 €	216,15 €
Dispositivos de Control			
Beagle Bone Black	1	46,24 €	46,24 €
PLC CODESYS	1	- €	- €
Modbus TCP/IP	1	- €	- €
			50.001,95 €

3.1. Coste final de componentes

A continuación, se suman los costes parciales expuestos anteriormente y se aplica los porcentajes referentes a los gastos indirectos el porcentaje de beneficio industrial del proyecto.

Tabla 6. Coste final de componentes

Concepto	Cantidad	Precio	Total
Gastos en componentes de Sistemas	1	50.001,95 €	50.001,95 €
Costes indirectos (13%)			6.500,25 €
Beneficios industriales (6%)			3.000,12 €
IMPORTE DEL PROYECTO			59.502,32 €
IVA (21%)			12.495,49 €
TOTAL			71.997,81 €

El presupuesto del coste de los componentes asciende a la cantidad final de **setenta y un mil novecientos noventa y siete euros con ochenta y un céntimos**.

4. Resumen

Por último, se resume el conjunto de los presupuestos referidos a la ingeniería y componentes del proyecto, obteniendo así el total.

Tabla 7. Resumen del presupuesto.

Presupuesto de ingeniería	5.394,41 €
Presupuesto de prototipo	71.997,81 €
Presupuesto Total	77.392,22 €

El presupuesto total para este proyecto asciende a la cantidad final de **setenta y siete mil trescientos noventa y dos euros con veintidós céntimos**.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL Y SUPERVISIÓN DE UNA VIVIENDA

DOCUMENTO V: ANEXO I. MANUAL DEL PROGRAMA

TRABAJO FINAL DEL

Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

REALIZADO POR

Nuria Martínez Gracia

TUTORIZADO POR

Antonio Correcher Salvador

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

Tabla de contenido

1.1	Lógica PLC : Plc Logic	48
1.1.1	Aplicación: Application	48
1.1.1.3	POU: GestVisual_ACS	51
1.1.1.4.1	Acción: LlenadoACS_active	53
1.1.1.4.2	Acción: VaciadoACS_active	53
1.1.1.4	POU: GestVisual_Arq	53
1.1.1.5.1	Acción: LlenadoArq_active	55
1.1.1.5.2	Acción: VaciadoArq_active	55
1.1.1.5	POU: GestVisual_GyP	55
1.1.1.6.1	Acción: LlenadoGyP_active	58
1.1.1.6.2	Acción: VaciadoGyP_active	58
1.1.1.6	POU: GestVisual_Pluviales	58
1.1.1.7.1	Acción: LlenadoPluviales_active	60
1.1.1.7.2	Acción: VaciadoPluviales_active	60
1.1.1.7	POU: PLC_PRG	60
1.1.1.8	POU: PLC_PRG_CLIMA	63
1.1.1.9.1	Acción: TempInvierno	64
1.1.1.9.2	Acción: TempVerano	65
1.1.1.10	Configuración de tareas: Task Configuration	66
1.1.1.10.1	Tarea: GestVisualizacion	66
1.1.1.10.2	Tarea: MainTask	66
1.1.1.10.3	Tarea: VISU_TASK	67
1.1.1.11	Visualización: Visualization	68

Índice de figuras

Figura 1.	Estructura ramificada del código del proyecto.	48
Figura 2.	Estructura ramificada de la Gestión visual del ACS.	51
Figura 3.	Estructura ramificada de la Gestión visual de la Arqueta de Aguas Grises y Pluviales	53
Figura 4.	Estructura ramificada de la Gestión Visual del Depósito de Aguas Grises y Pluviales.	55
Figura 5.	Estructura ramificada de la Gestión Visual del Depósito de Aguas Pluviales.	58
Figura 6.	Estructura ramificada de la Gestión del Clima	63
Figura 7.	Estructura ramificada de la configuración de tareas.	66
Figura 8.	Entorno gráfico de visualización del proyecto	68

1 Dispositivo: Device

Información

Nombre:	CODESYS Control Win V3 x64
Fabricante:	3S - Smart Software Solutions GmbH
Categorías:	Controles (PLC)
Tipo:	4096
ID:	0000 0004
Versión:	3.5.15.40
Descripción:	CODESYS V3 x64 Soft-PLC para Windows sin estrictas garantías de tiempo real.

1.1 Lógica PLC : Plc Logic

1.1.1 Aplicación: Application

El programa principal arranca a través de un PLC virtual denominado CODESYS Control Win V3 x64 (3S - Smart Software Solutions GmbH). Este programa se ramifica a través de la aplicación en diferentes objetos que dan forma a la solución adoptada para la ejecución de los procesos del Sistema de Riego, Gestión hídrica y Sistema de Confort y Clima.

Se presenta la siguiente figura la cual muestra la ramificación de objetos.

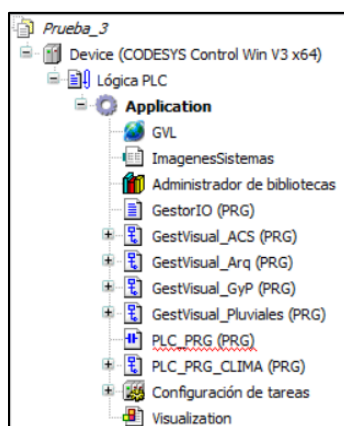


Figura 1. Estructura ramificada del código del proyecto.

A continuación, se procede a seguir el orden de objetos mostrados en la *Figura 1* para explicar el conjunto de procesos que son desarrollados en su interior.

1.1.1.1 Lista de variables globales: GVL

Este objeto almacena la lista de variables globales mediante lenguaje de texto estructurado, lo que permite que puedan ser usadas por diferentes objetos sin la necesidad de ser declaradas de nuevo. La mayoría de estas se les da un valor para el comienzo del programa y se les atribuye un tipo de variable para su posterior desarrollo.

A continuación, se muestra el código de las variables globales declaradas en el programa.

```
1      {attribute 'qualified_only'}
2      VAR_GLOBAL //Entradas
3
4      INICIO :  BOOL := 0 ;
5      FIN :    BOOL := 1 ;
6      Vacio_SensorACS :  BOOL := 0 ;
7      Lleno_SensorACS :  BOOL := 0 ;
8      Vacio_SensorAGyP :  BOOL := 0 ;
9      Lleno_SensorAGyP :  BOOL := 0 ;
10     Vacio_SensorArqAGyP :  BOOL := 0 ;
11     Lleno_SensorArqAGyP :  BOOL := 0 ;
12     Lleno_SensorPluviales :  BOOL := 0 ;
13     ACSPos :  USINT := 50 ;
14     APPos :  USINT := 50 ;
15     ArqAGyPPos :  USINT := 50 ;
16     AGyPPos :  USINT := 50 ;
17     TempVivienda :  REAL := 23 ;
18     TempExterior :  REAL := 15 ;
19     SistClima1 :  BOOL := 0 ;
20     SistClima2 :  BOOL := 0 ;
21     SistClima3 :  BOOL := 0 ;
22
23
24
25
26     END_VAR
27
28
29     VAR_GLOBAL //Salidas
30     Valvula_Pluviales_Negras :  BOOL := 0 ;
31     Valvula_ArqAGyP_Negras :  BOOL := 0 ;
32     Valvula_Pluviales_ArqAGyP :  BOOL := 0 ;
33     Bomba_AGyP :  BOOL := 0 ;
34     ValvulaFT :  BOOL := 0 ;
35     AguaPluvToArq :  BOOL := 0 ;
36
37     END_VAR
```


1.1.1.2 POU: GestorIO

El POU (Unidad de Organización de Programa) GestorIO se usa para simular las entradas del sensor de interruptor por boya cuando se encuentra en el máximo y mínimo nivel, este proceso se conoce a través de la visualización que modifica los valores de las variables globales de los depósitos junto con los POU de Gestión de Visualización. En este objeto se trabaja con lenguaje de texto estructurado.

```
1      // GESTIÓN HIDRICA
2
3      //ACS
4      IF ( GVL . ACSPos <= 0 )
5          THEN GVL . Vacio_SensorACS := 1 ;
6      END_IF ;
7      IF ( GVL . ACSPos >= 100 )
8          THEN GVL . Lleno_SensorACS := 1 ;
9      END_IF ;
10     IF ( GVL . ACSPos < 100 AND GVL . ACSPos > 0 ) THEN
11         GVL . Vacio_SensorACS := 0 ;
12         GVL . Lleno_SensorACS := 0 ;
13     END_IF ;
14     //Aguas Pluviales
15     IF ( GVL . APPos >= 100 )
16         THEN GVL . Lleno_SensorPluviales := 1 ;
17     END_IF ;
18     IF ( GVL . APPos < 100 ) THEN
19         GVL . Lleno_SensorPluviales := 0 ;
20     END_IF ;
21     //Arqueta Aguas Grises y Pluviales
22     IF ( GVL . ArqAGyPPos <= 0 )
23         THEN GVL . Vacio_SensorArqAGyP := 1 ;
24     END_IF ;
25     IF ( GVL . ArqAGyPPos >= 100 )
26         THEN GVL . Lleno_SensorArqAGyP := 1 ;
27     END_IF ;
28     IF ( GVL . ArqAGyPPos < 100 AND GVL . ArqAGyPPos > 0 ) THEN
29         GVL . Vacio_SensorArqAGyP := 0 ;
30         GVL . Lleno_SensorArqAGyP := 0 ;
31     END_IF ;
32     //Aguas Grises y Pluviales
33     IF ( GVL . AGyPPos <= 0 )
34         THEN GVL . Vacio_SensorAGyP := 1 ;
35     END_IF ;
36     IF ( GVL . AGyPPos >= 100 )
37         THEN GVL . Lleno_SensorAGyP := 1 ;
38     END_IF ;
39     IF ( GVL . AGyPPos < 100 AND GVL . AGyPPos > 0 ) THEN
40         GVL . Vacio_SensorAGyP := 0 ;
41         GVL . Lleno_SensorAGyP := 0 ;
42     END_IF ;
43
```

1.1.1.3 POU: GestVisual_ACS

El GestVisual_ACS se usa para gestionar la visualización del Depósito de ACS, de forma que mediante temporizadores llama a las acciones de Llenado_ACS y Vaciado_ACS. Este se ejecuta mediante diagrama de funciones secuenciales.

Cuando cumplen la condición y llegan al paso de activación se ponen en marcha las acciones de llenado o vaciado que procesan el código que tienen en su interior, en lenguaje de texto estructurado. A continuación, se muestra esta ramificación.

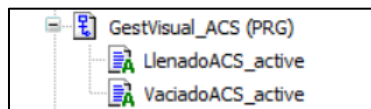
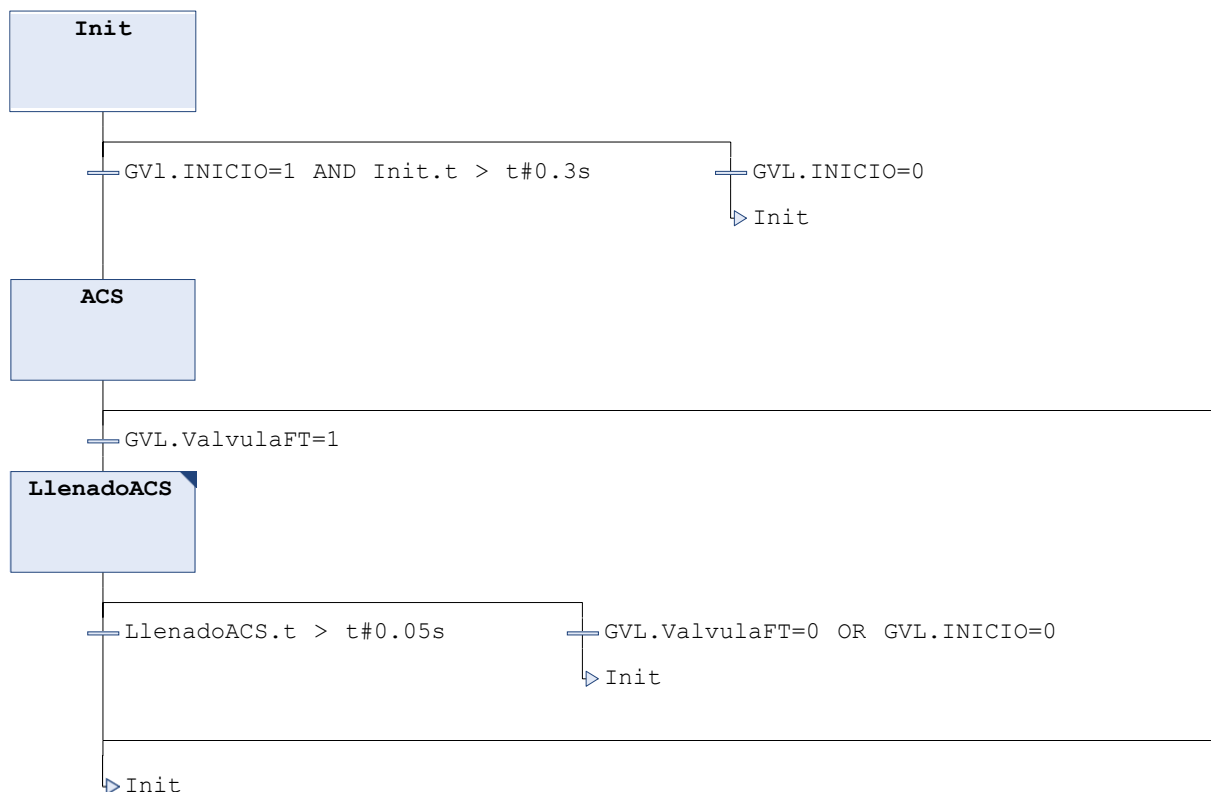


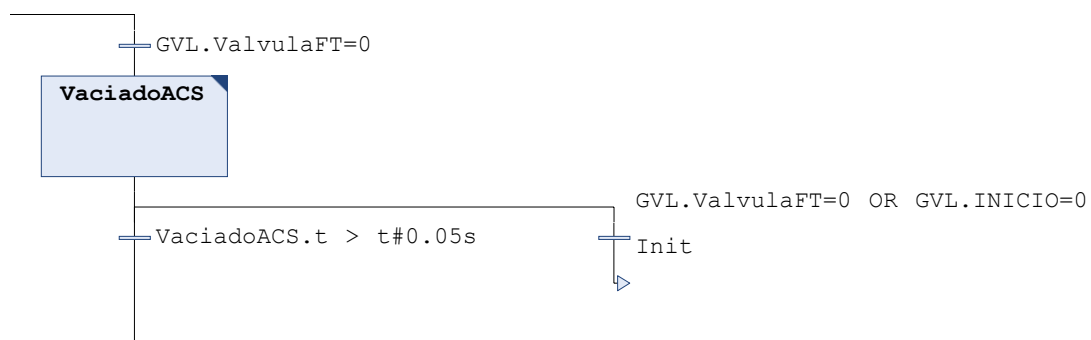
Figura 2. Estructura ramificada de la Gestión visual del ACS.

```

1  PROGRAM GestVisual_ACS
2  VAR
3  END_VAR
4

```





1.1.1.4.1 Acción: LlenadoACS_active

```

1      IF GVL . ACSPos <= 99 THEN
2      GVL . ACSPos := GVL . ACSPos + 1 ;
3      END_IF
4

```

1.1.1.4.2 Acción: VaciadoACS_active

```

1      IF GVL . ACSPos >= 1 THEN
2      GVL . ACSPos := GVL . ACSPos - 1 ;
3      END_IF
4

```

1.1.1.4 POU: GestVisual_Arq

El GestVisual_Arq se usa para gestionar la visualización del depósito de la Arqueta de Aguas Grises y Pluviales, de forma que mediante temporizadores llama a las acciones de Llenado_Arq y Vaciado_Arq. Este se ejecuta mediante diagrama de funciones secuenciales. Cuando cumplen la condición y llegan al paso de activación se ponen en marcha las acciones de llenado o vaciado que procesan el código que tienen en su interior, en lenguaje de texto estructurado. A continuación, se muestra esta ramificación.

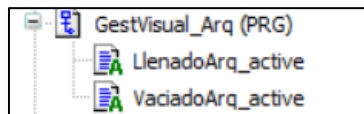
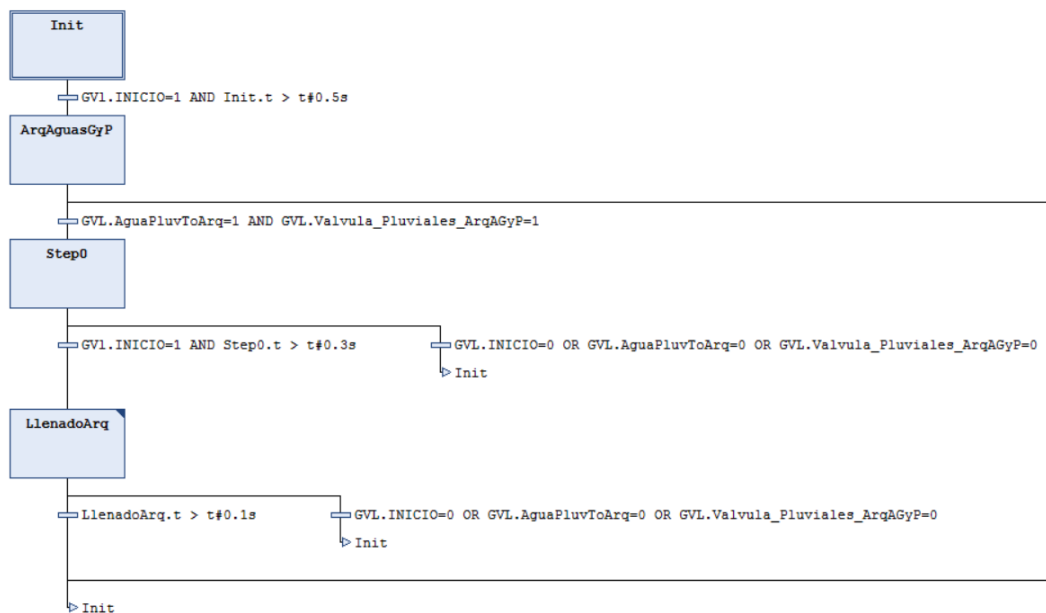
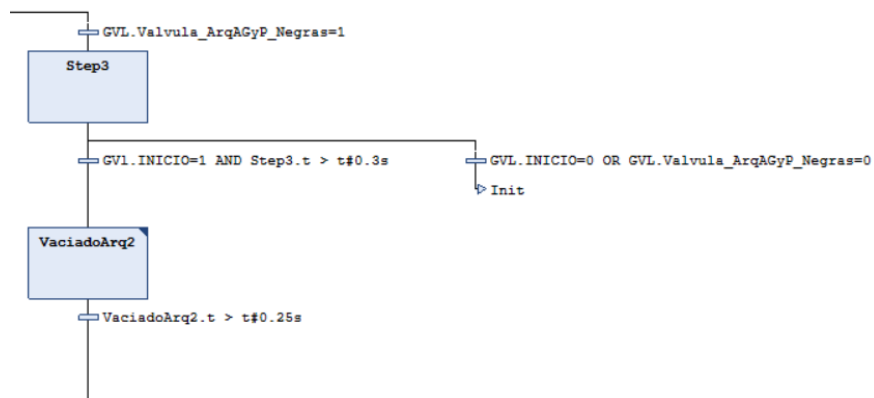
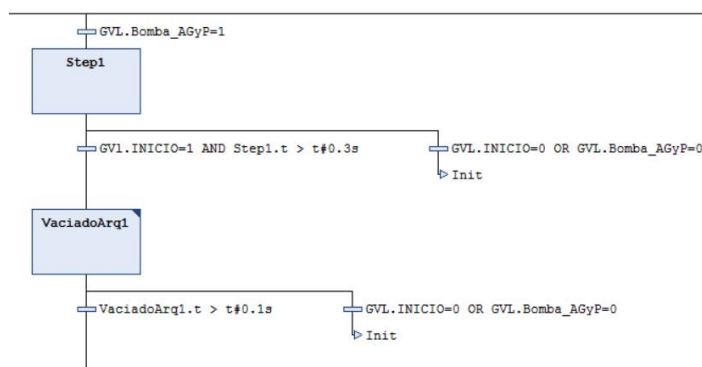
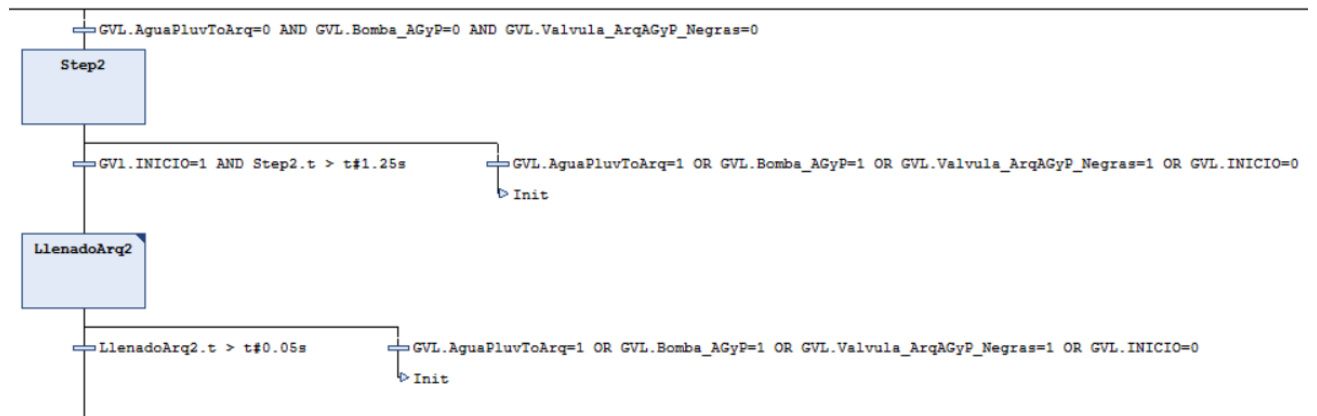


Figura 3. Estructura ramificada de la Gestión visual de la Arqueta de Aguas Grises y Pluviales



1.1.1.5 POU: GestVisual_Arq



1.1.1.5.1 Acción: LlenadoArq_active

```
1  IF GVL . ArqAGyPPos <= 99 THEN
2  GVL . ArqAGyPPos := GVL . ArqAGyPPos + 1 ;
3  END_IF
4
```

1.1.1.5.2 Acción: VaciadoArq_active

```
1  IF GVL . ArqAGyPPos >= 1 THEN
2  GVL . ArqAGyPPos := GVL . ArqAGyPPos - 1 ;
3  END_IF
4
5
```

1.1.1.5 POU: GestVisual_GyP

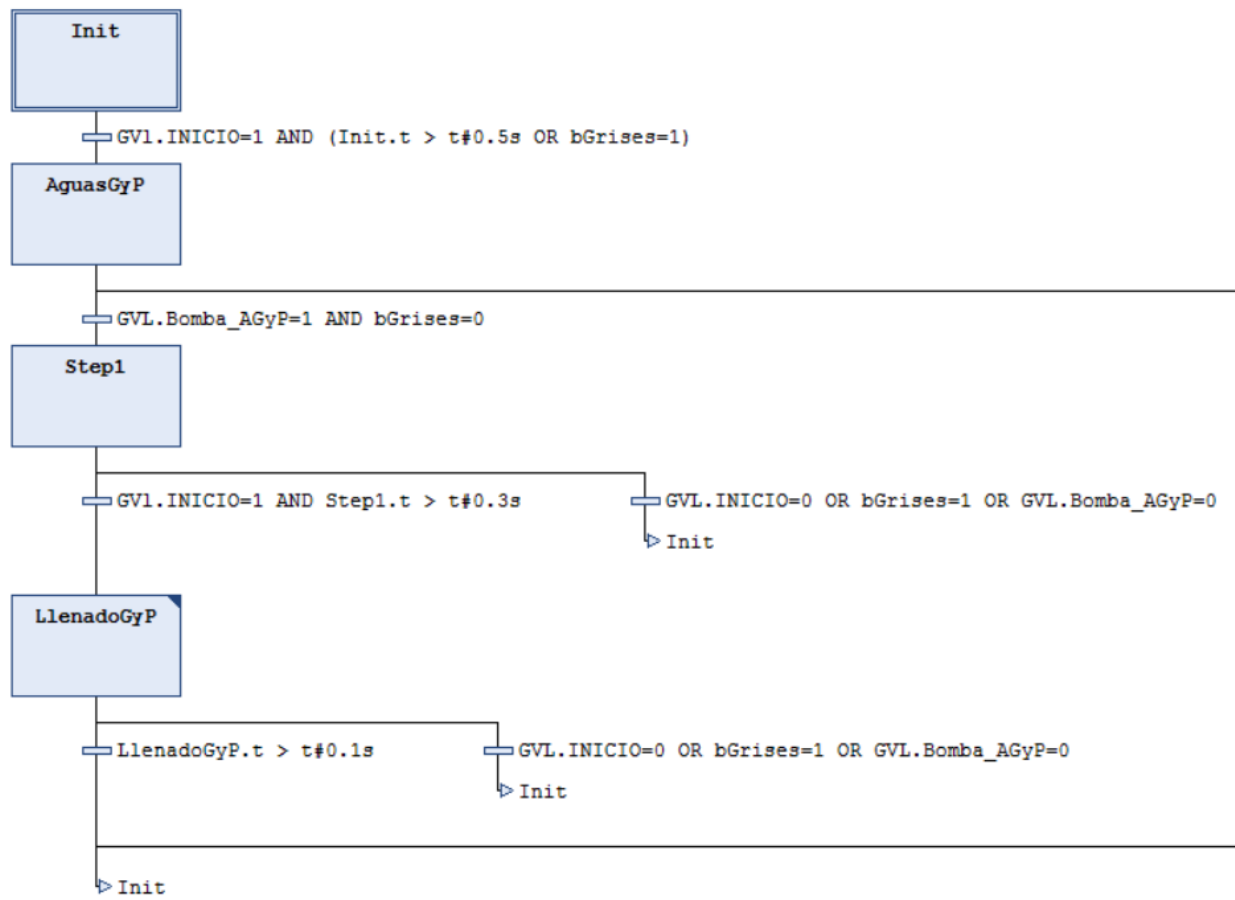
El GestVisual_GyP se usa para gestionar la visualización del Depósito de Aguas Grises y Pluviales. Funciona de igual manera que el resto de los gestores de visualización.

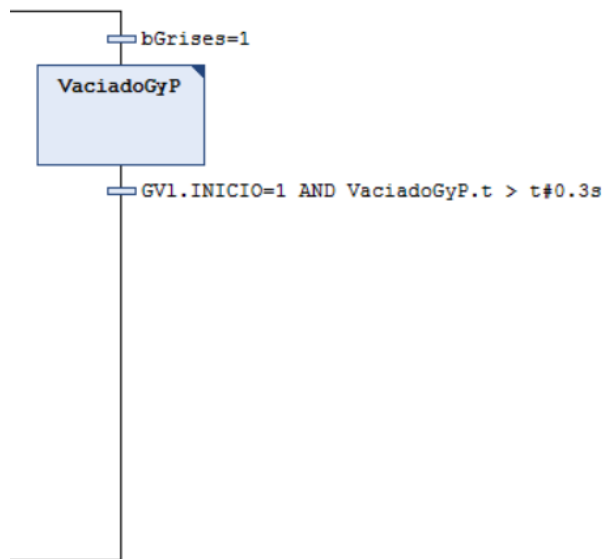
A continuación, se muestra la ramificación para la activación del llenado o vaciado del depósito.



Figura 4. Estructura ramificada de la Gestión Visual del Depósito de Aguas Grises y Pluviales.

```
1  PROGRAM GestVisual_GyP
2  VAR
3      bGrises : BOOL := 0 ;
4  END_VAR
5
```





1.1.1.6.1 Acción: LlenadoGyP_active

```

1      IF GVL . AGyPPos < 100 THEN
2          GVL . AGyPPos := GVL . AGyPPos + 1 ;
3      END_IF
4

```

1.1.1.6.2 Acción: VaciadoGyP_active

```

1      IF GVL . AGyPPos >= 1 THEN
2          GVL . AGyPPos := GVL . AGyPPos - 1 ;
3      END_IF
4

```

1.1.1.6 POU: GestVisual_Pluviales

El GestVisual_Pluviales se usa para gestionar la visualización del Depósito de Aguas Pluviales. Funciona de igual manera que el resto de los gestores de visualización.

A continuación, se muestra la ramificación para la activación del llenado o vaciado del depósito.

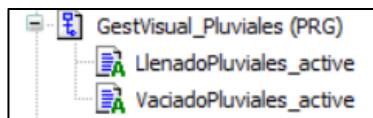


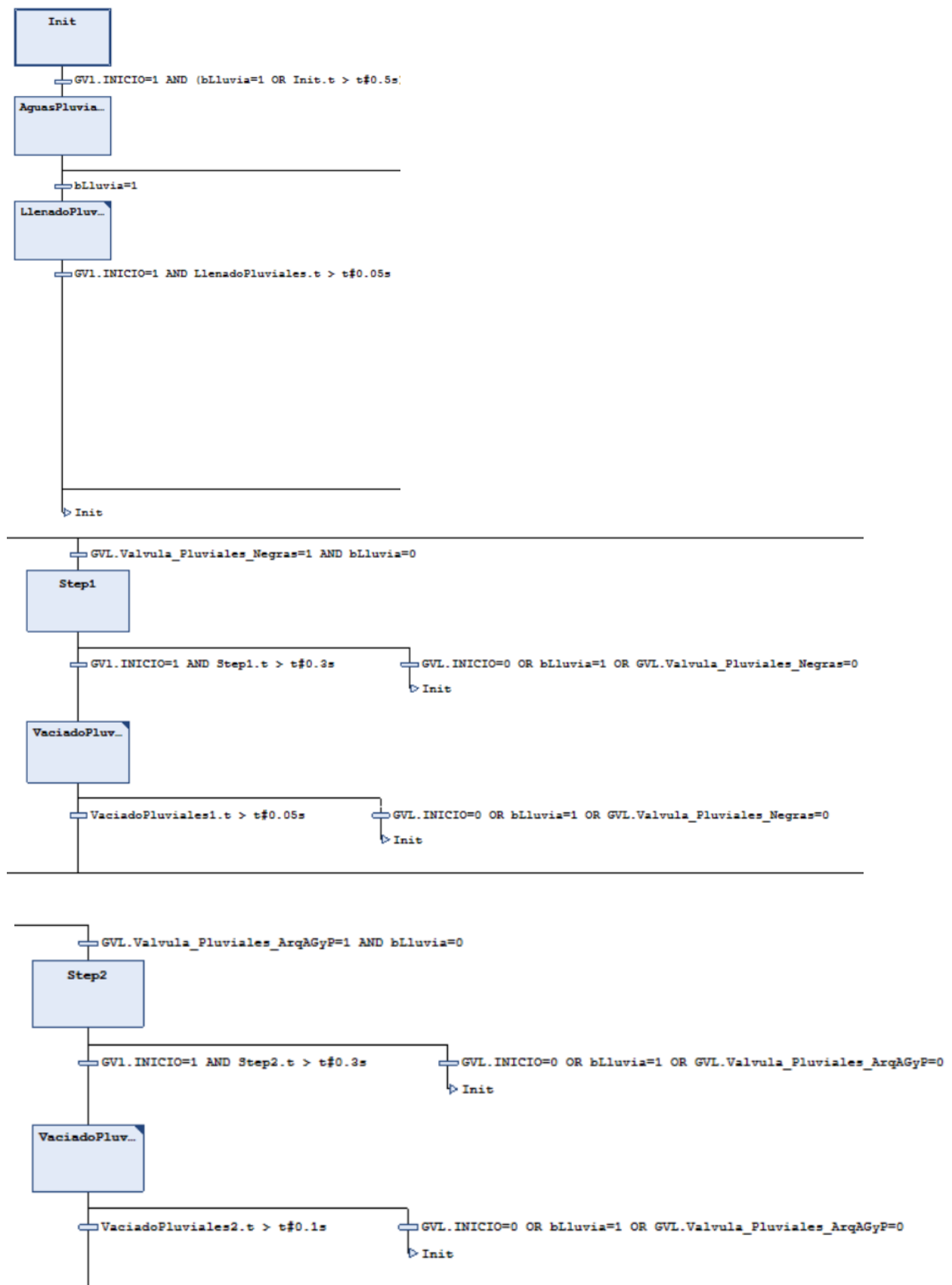
Figura 5. Estructura ramificada de la Gestión Visual del Depósito de Aguas Pluviales.

```

1      PROGRAM GestVisual_Pluviales
2      VAR
3          bLluvia : BOOL := 0 ;
4          AguaPluvToNeg : BOOL := 0 ;
5      END_VAR

```

1.1.1.7.1 Acción: LlenadoPluviales_active



1.1.1.7.1 Acción: LlenadoPluviales_active

```
1      IF GVL . APPos <= 100 THEN
2          GVL . APPos := GVL . APPos + 5 ;
3          GVL . AguaPluvToArq := 1 ;
4      END_IF
5      IF GVL . APPos = 100 THEN
6          AguaPluvToNeg := 1 ;
7      END_IF
8
```

1.1.1.7.2 Acción: VaciadoPluviales_active

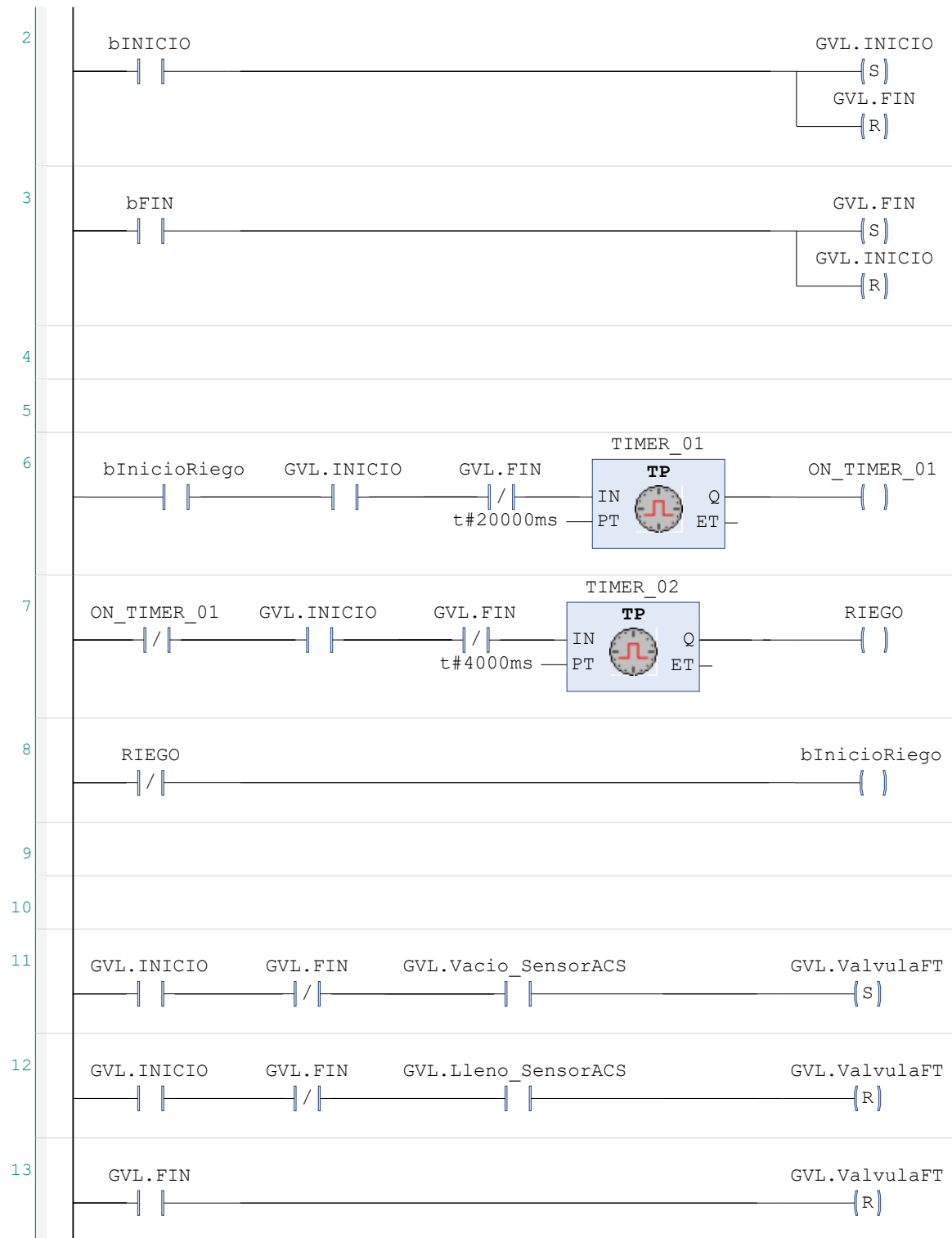
```
1      IF GVL . APPos >= 75 AND GVL . Valvula_Pluviales_Negras = 1 THEN
2          GVL . APPos := GVL . APPos - 1 ;
3          GVL . AguaPluvToArq := 1 ;
4          AguaPluvToNeg := 1 ;
5      END_IF
6      IF GVL . APPos >= 1 AND GVL . Valvula_Pluviales_ArqAGyP = 1 THEN
7          GVL . APPos := GVL . APPos - 1 ;
8          GVL . AguaPluvToArq := 1 ;
9          AguaPluvToNeg := 0 ;
10     END_IF
11     IF GVL . APPos = 0 THEN
12         GVL . AguaPluvToArq := 0 ;
13         AguaPluvToNeg := 0 ;
14     END_IF
15
```

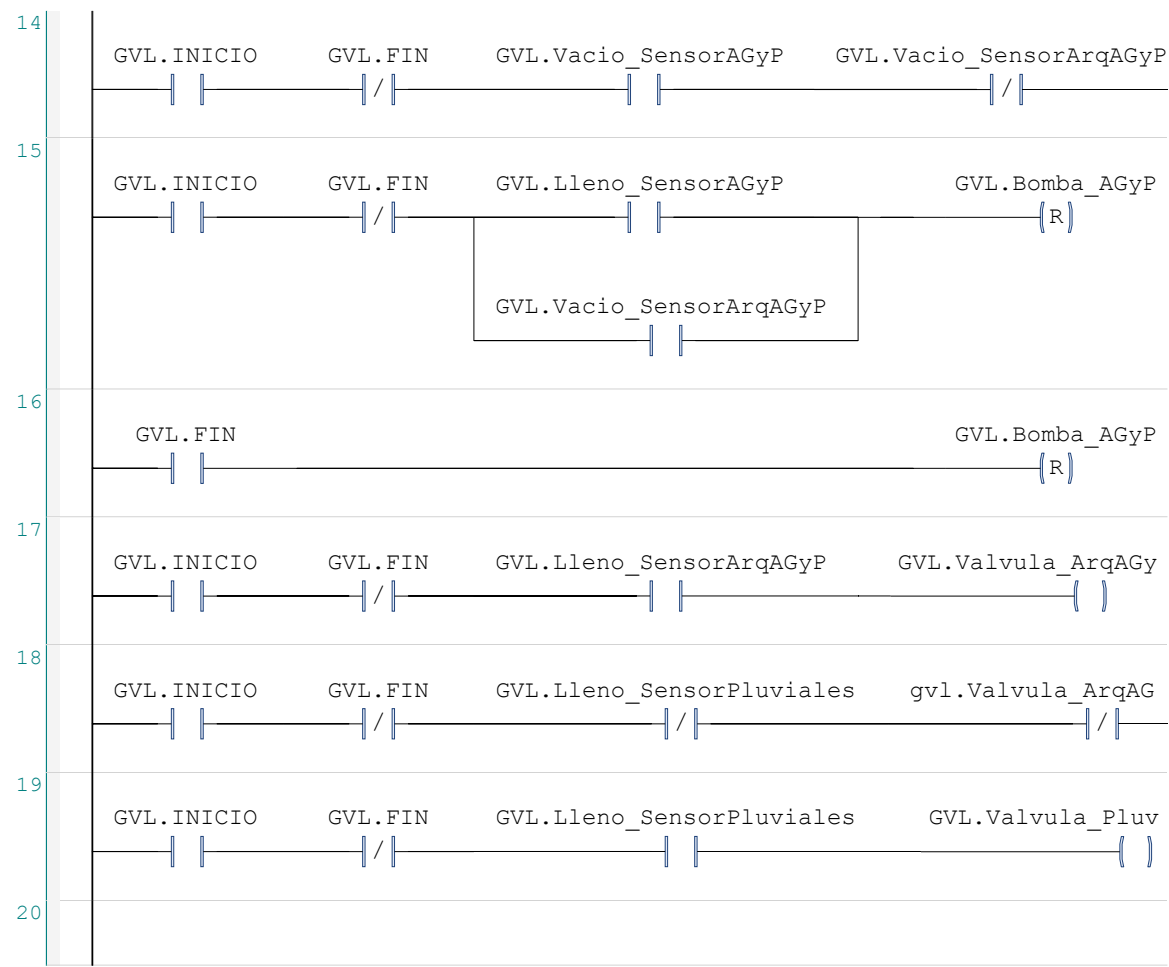
1.1.1.7 POU: PLC_PRG

El PLC_PRG es un objeto que se establece con el fin de organizar todos los procesos llevados a cabo en la Gestión Hídrica y en el Sistema de Riego, para ello, el lenguaje más apropiado de uso es el diagrama de contactos.

```
1      PROGRAM PLC_PRG
2      VAR
3          bINICIO : BOOL ;
4          bFIN : BOOL ;
5          TIMER_01 : TP ;
6          bInicioRiego : BOOL ;
7          ON_TIMER_01 : BOOL ;
8          TIMER_02 : TP ;
9          RIEGO : BOOL ;
10         rDato1 : REAL ;
11         rDato1_Conv : REAL ;
12
13
14
15     END_VAR
```

1.1.1.8 POU: PLC_PRG





1.1.1.8 POU: PLC_PRG_CLIMA

El PLC_PRG_CLIMA es un objeto que se utiliza para gestionar los procesos llevados a cabo por el Sistema de Confort y Clima, este emplea diagrama de funciones secuenciales como lenguaje. El diagrama desemboca en dos variantes en función de la estación en la que se encuentre el proceso, es por ello que se ramifica en TempInvierno y TempVerano como se muestra a continuación.

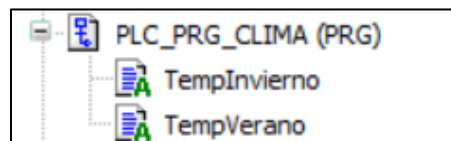


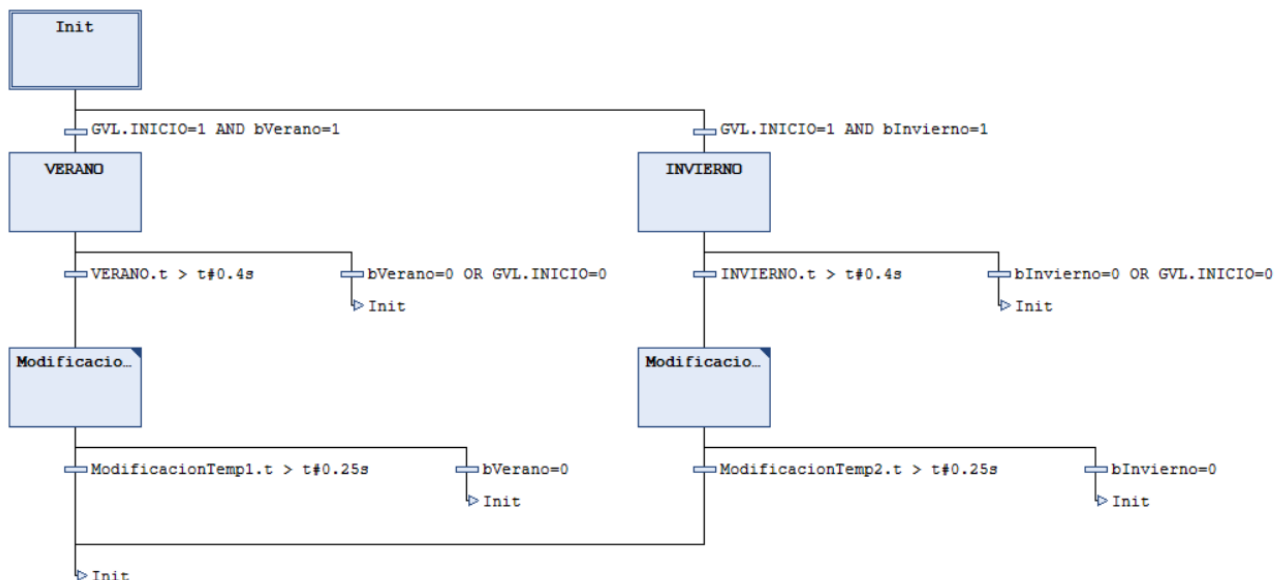
Figura 6. Estructura ramificada de la Gestión del Clima

La activación de estas acciones se lleva a cabo mediante pulsadores en la visualización.

```

1  PROGRAM PLC_PRG_CLIMA
2  VAR
3      bVerano : BOOL ;
4      bInvierno : BOOL ;
5      Sist3Descenso : BOOL ;
6  END_VAR
7

```



1.1.1.9.1 Acción: TempInvierno

```
1      // INVIERNO
2      // Parado
3      IF GVL . TempVivienda <= 26.1 AND GVL . TempVivienda >= 25.9 THEN
4          GVL . SistClima1 := 1 ;
5          GVL . SistClima2 := 0 ;
6          GVL . SistClima3 := 0 ;
7          Sist3Descenso := 0 ;
8      END_IF
9      // Aumento Temperatura
10     IF GVL . TempVivienda < 25.9 THEN //Sistema Activo
11         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda + 0.005 ;
12         GVL . SistClima1 := 0 ;
13         GVL . SistClima2 := 0 ;
14         GVL . SistClima3 := 1 ;
15         Sist3Descenso := 0 ;
16     END_IF
17
18     // Descenso Temperatura
19     IF GVL . TempVivienda <= 35.0 AND GVL . TempVivienda > 26.1 AND Sist3Descenso
20     = 0 THEN //Sistema Pasivo
21         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.002 ;
22         GVL . SistClima1 := 1 ;
23         GVL . SistClima2 := 1 ;
24         GVL . SistClima3 := 0 ;
25         Sist3Descenso := 0 ;
26     END_IF
27     IF GVL . TempVivienda > 35.0 THEN //Sistema Activo, Temp Elevada
28         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.005 ;
29         GVL . SistClima1 := 0 ;
30         GVL . SistClima2 := 0 ;
31         GVL . SistClima3 := 1 ;
32         Sist3Descenso := 1 ;
33     END_IF
34     IF GVL . TempVivienda <= 35.0 AND Sist3Descenso = 1 THEN //Sistema Activo,
35     Temp Reducida
36         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.005 ;
37         GVL . SistClima1 := 0 ;
38         GVL . SistClima2 := 0 ;
39         GVL . SistClima3 := 1 ;
40         Sist3Descenso := 1 ;
41     END_IF
```

1.1.1.9.2 Acción: TempVerano

```
1      // VERANO
2      // Parado
3      IF GVL . TempVivienda >= 22.9 AND GVL . TempVivienda <= 23.1 THEN
4          GVL . SistClima1 := 1 ;
5          GVL . SistClima2 := 0 ;
6          GVL . SistClima3 := 0 ;
7          Sist3Descenso := 0 ;
8      END_IF
9      // Aumento Temperatura
10     IF GVL . TempVivienda < 23.0 THEN //Sistema Activo
11         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda + 0.005 ;
12         GVL . SistClima1 := 0 ;
13         GVL . SistClima2 := 0 ;
14         GVL . SistClima3 := 1 ;
15         Sist3Descenso := 0 ;
16     END_IF
17
18     // Descenso Temperatura
19     IF GVL . TempVivienda <= 30.0 AND GVL . TempVivienda > 23.0 AND Sist3Descenso
20     = 0 THEN //Sistema Pasivo
21         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.002 ;
22         GVL . SistClima1 := 1 ;
23         GVL . SistClima2 := 1 ;
24         GVL . SistClima3 := 0 ;
25         Sist3Descenso := 0 ;
26     END_IF
27     IF GVL . TempVivienda > 30.0 THEN //Sistema Activo, Temp Elevada
28         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.005 ;
29         GVL . SistClima1 := 0 ;
30         GVL . SistClima2 := 0 ;
31         GVL . SistClima3 := 1 ;
32         Sist3Descenso := 1 ;
33     END_IF
34     IF GVL . TempVivienda <= 30.0 AND Sist3Descenso = 1 THEN //Sistema Activo,
35     Temp Reducida
36         GVL . TempVivienda := GVL . TempVivienda - 0.005 ;
37         GVL . SistClima1 := 0 ;
38         GVL . SistClima2 := 0 ;
39         GVL . SistClima3 := 1 ;
40         Sist3Descenso := 1 ;
41     END_IF
```


1.1.1.10 Configuración de tareas: Task Configuration

La configuración de tareas es un objeto que se crea para organizar la ejecución de las tareas y darles prioridad a las mismas.

En este programa se da prioridad a las MainTask (Tareas principales) las cuales son todas aquellas que no se encargan de la gestión de la visualización, estas son PLC_PRG, GestorIO y PLC_PRG_CLIMA. Todas ellas con el mismo orden de prioridad.

Por otra parte, las tareas secundarias se denominan GestVisualizacion en ellas con inferior prioridad que el conjunto de tareas anteriores, se establecen todas aquellas tareas que gestionan la visualización. A continuación, se muestra la ramificación que se ha comentado.



Figura 7. Estructura ramificada de la configuración de tareas.

Cantidad máxima de tareas: 100
Cantidad máxima de tareas de intervalo: 100
Cantidad máxima de tareas de ejecución libre: 100
Cantidad máxima de tareas de eventos: 100
Cantidad máxima de tareas de estado: 100

1.1.1.10.1 Tarea: GestVisualizacion

Prioridad: 1
Tipo: Cíclico
Interval: t#20ms Unit: ms
Watchdog: Inactivo
POUs: GestVisual_ACS
GestVisual_Pluviales
GestVisual_Arq
GestVisual_GyP

1.1.1.10.2 Tarea: MainTask

Prioridad: 1
Tipo: Cíclico
Interval: t#20ms Unit: ms
Watchdog: Inactivo
POUs: PLC_PRG
GestorIO
PLC_PRG_CLIMA

1.1.1.10.3 Tarea: VISU_TASK

Prioridad: 31

Tipo: Cíclico

Interval: 100 Unit: ms

Watchdog: Inactivo

POUs: VisuElems.Visu_Prg

1.1.1.11 Visualización: Visualization

La visualización es un objeto que muestra todo el código desempeñado anteriormente en un entorno gráfico. La visualización de este programa está dividida en los diferentes sistemas que la componen.

En primer lugar, hay unos pulsadores para encender o apagar el programa. Seguido de esto encontramos el Sistema de Riego que muestra cuando está circulando el agua por las mangueras.

En segundo lugar, se encuentra la Gestión Hídrica, este muestra la circulación de agua por las tuberías, el nivel de llenado de cada tanque, la función que se está llevando a cabo en cada momento y ofrece la opción de llenar o vaciar ciertos tanques mediante pulsadores.

Por último, se muestra el Sistema de Confort y Clima que permite variar manualmente la temperatura a la que se encuentra la vivienda con el fin de simular los diferentes procesos que se llevan a cabo. Estos procesos son visualizados en todo momento mediante un cuadro de visualización. Además, ofrece la posibilidad de variar la estación en la que se encuentra el sistema mediante pulsadores.

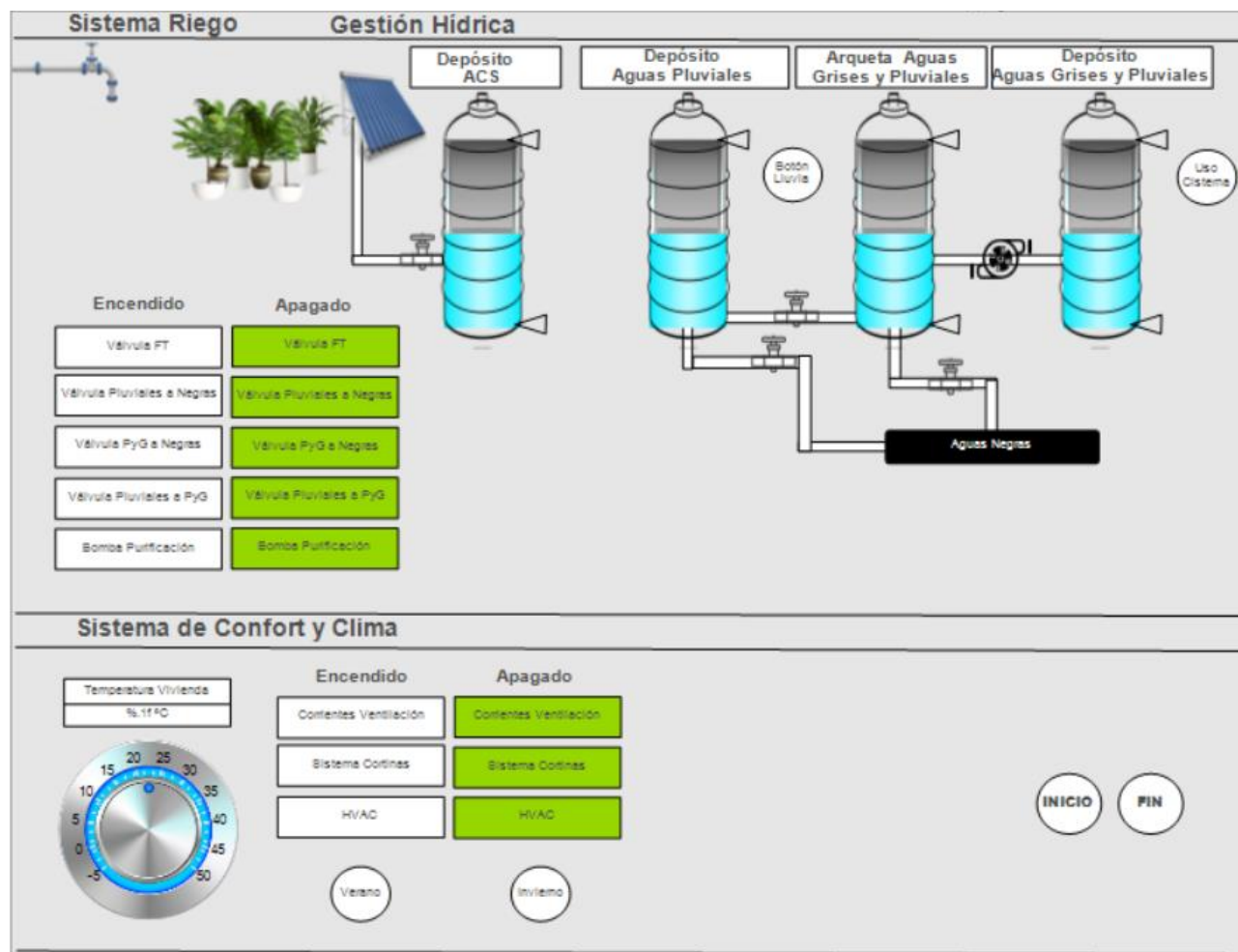


Figura 8. Entorno gráfico de visualización del proyecto